

ISSN 2220-4784
ISSN 2663-8738



ВІСНИК
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**СЕРІЯ: Інноваційні дослідження у наукових роботах
студентів**

1'2023

Харків
НТУ «ХПІ», 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE

National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"

Вісник Національного
технічного університету
«ХПІ». Серія: Інноваційні
дослідження у наукових
роботах студентів

№ 1'2023

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Bulletin of the National
Technical University
"KhPI". Series:
Innovation researches in
students' scientific work

No. 1'2023

Collection of Scientific papers

The edition was founded in 1961

Харків
НТУ «ХПІ», 2023

Kharkiv
NTU "KhPI", 2023

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Innovation researches in students' scientific work: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». — Харків : НТУ «ХПІ», 2023. — № 1 (1365) 2023. — 100 с. — ISSN 2220-4784 (print), ISSN 2663-8738 (online).

Видання присвячене освітленню наукових та навчальних досягнень в галузі інтегрованих технологій, процесів та апаратів хімічної та харчової інженерії. Публікуються статті, що стосуються розробки технологій комплексного інноваційного навчання і науково-технічного творчості студентів; безперервного розвитку бази фундаментальних і професійних знань, а також організаційних навичок в процесі інноваційного проектування і розробки технологічних об'єктів різного рівня складності.

Для науковців, викладачів вищої школи, аспірантів, студентів і фахівців галузі.

The main purpose is the publication of scientific works of students, lecturers and employees of higher educational establishments, which promotes the development of technologies of innovative teaching and scientific and technical creativity of students; contributes to the continuous development of the audience as a base of fundamental and professional knowledge, as well as organizational skills, in the process of innovative design and development of industrial technological objects of various levels of complexity.

It's a unique opportunity for companies, organizations and researchers to contribute to the advancement and development of up-to-date and progress scientific and technical issues related of Chemical Engineering.

Мова статей – українська, російська, англійська.

Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України KB № 5256 від 2 липня 2001 року.

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів внесено до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», включений до зовнішніх інформаційних систем, індексується Google Scholar; зареєстрований у світовому каталозі періодичних видань бази даних Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).

Офіційний сайт видання: <http://vestnik.kpi.kharkov.ua/idnrs>

Редакційна колегія серії

Головний редактор:

Бухкало С.І., проф., НТУ «ХПІ», Україна

Відповідальний секретар:

Мірошніченко Н.М., доц., НТУ «ХПІ», Україна

Члени редколегії:

Арсеньєва О.П., проф., НТУ «ХПІ», Україна

Подустов М.О., проф., НТУ «ХПІ», Україна

Горбунов Л.В., доц., НТУ «ХПІ», Україна

Зіпунніков М.М., к.т.н., с.н.с., ІПМаш НАН

України, с.н.с. відділу водневої енергетики

Капустенко П.О., проф., НТУ «ХПІ», Україна

Й. Клемеш, проф., Керівник лабораторії

інтеграції сталого процесу, Вища технічна

техніка у Брно, Чеська Республіка

П. Варбанов, РНд, доц., с.н.с., Лабораторія

інтеграції сталого процесу, Технологічний

університет Брно, Чеська Республіка

П. Стехлик, РНд, проф., технологічний

університет, Брно, Чеська республіка

З. Краванья, проф., лабораторія системотехники і

устойчивого розвитку, Марибор, Словенія

Ф. Фридлер, проф., Католический университет,

лабораторія Heriberto Cabezas, Будапешт, Венгрія

Л. Пуиджанер, професор, доктор філософії,

Политехнический университет Каталонії, кафедра

хімічного машиностроєння, Барселона, Іспанія

И. Плазл, проф., факультет хімії і хімічної

технології, Университет Любляны, Любляна, Словенія

Лам Хон Лунг, доктор філософії (Chem Eng); (I.T.),

Ноттингемський университет, кампус Малайзії, кафедра

хімічної і екологічної інженерії, Малайзія

Консультативна рада

Сокол С.І., д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України,

НТУ «ХПІ», Україна

Говоров П.П., д-р техн. наук, проф., ХНУМГ ім.

О.М. Бекетова, віце-президент НАН вищої освіти

України «Енергетика та ресурсозбереження»

Кравченко О.В., д-р техн. наук, зав. відділу

нетрадиційних енерготехнологій, Інститут

проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного

НАН України

Editorial staff

Editor-in-chief:

Bukhkalov S.I., prof., NTU "KhPI", Ukraine

Executive secretary:

Miroshnichenko N.M., as. prof., NTU "KhPI", Ukraine

Editorial staff members:

Arsenyeva O.P., dr. tech. sc., prof., NTU "KPI", Ukraine

Podustov M.O., dr. tech. sc., prof., NTU "KPI", Ukraine

Gorbunov, L.V., as. Profesor, NTU "KhPI", Ukraine

Zipunnikov M.M., A.M. Pidhomy Institute of Mechanical

Engineering Problems of NASU

Kapustenko P.A., prof., NTU "KhPI", Ukraine

Jiří Jaromír Klemes, dr. sc., Prof., Head of Sustainable Process

Integration Laboratory, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta

strojního inženýrství, Brno, Czech Republic

Petar Sabev Varbanov, PhD, as. Professor, Senior Researcher,

Sustainable Process Integration Laboratory, Brno University of

Technology, Brno, Czech Republic

Petr Stehlik, dr. sc., Professor of Process Engineering, Director of

Institute of Process and Environmental Engineering at the Faculty of

Mechanical Engineering, University of Technology, Brno, Czech

Republic

Zdravko Kravanja, Professor, PhD., Faculty of Chemistry and

Chemical Engineering, Laboratory for Process Systems Engineering

and Sustainable Development, Maribor, Slovenia

Ferenc Friedler, Professor, PhD., Pázmány Péter Catholic

University, Heriberto Cabezas's Lab, Budapest, Hungary

Luis Puigjaner, Prof., PhD., Universitat Politècnica de Catalunya,

Department of Chemical Engineering, Barcelona, Spain

Igor, Plazl, prof., dr., Faculty of Chemistry and Chemical

Technology, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia

Lam, Hon Loong, PhD (Chem Eng); PhD (I.T.), University of

Nottingham, Malaysia Campus, Dept. of Chemical and Environmental

Engineering, Malaysia

Advisory Board

Sokol E.I., dr. tech. sc., member-cor. of National Academy of

Sciences of Ukraine, NTU "KhPI", Ukraine

Govorov P.P., dr. tech. sc., prof., O.M. Beketov National

University of Urban Economy, vice-president of National

Academy of Sciences of higher education of Ukraine

Kravchenko O.V., dr. Head of department of nonconventional

energy technologies Podgorny Institute for Mechanical Engineering's Problems of National Academy of Sciences of Ukraine

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 6 від 7 липня 2023 р.

А. Є ДЕНИСОВА, О. С. ЖАЙВОРОН

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ ВОДИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

В роботі виконано аналітичні дослідження ефективності роботи теплових насосів у теплових схемах теплових та атомних електростанцій для систем централізованого опалення та гарячого водозабезпечення з урахуванням кліматичних умов України, що відповідає завданням енергозбереження і дозволяє зменшити викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище. Основна увага приділяється підвищенню ефективності теплонасосної системи енергопостачання, до якої інтегрується альтернативне джерело енергії. Виконано аналіз ексергетичних параметрів циклів теплових насосів, що дозволив встановити, що найбільш ефективним робочим тілом циклу є фреон R152a, при якому досягається найбільший коефіцієнт перетворення теплового насоса, і найменший показник потужності компресора. Запропоновано шляхи та методи, що призводять до зменшення коефіцієнта недовиробітку електроенергії турбоустановкою та збільшення коефіцієнта корисної дії паротурбінного циклу. Показано, що ефективність системи найбільше впливають втрати у випарнику, тому ефективності цього елемента теплового насоса необхідно приділяти найбільшу увагу при використанні енергії циркуляційної води. Додатковий аспект новизни запропонованого методу полягає у можливості подальшої оптимізації техніко-економічних параметрів енергосистеми. Запропоновано методологію, яка базується на використанні ексергетичного методу аналізу для обґрунтування умов раціонального використання теплових насосів для електростанцій при утилізації низькопотенційної теплоти циркуляційної води охолодження конденсаторів турбін, що можна вважати інноваційним підходом до аналізу перспектив розвитку теплонасосного теплопостачання.

Ключові слова: ефективність, електростанція, тепловий насос, циркуляційна вода, ексергетичний метод.

Вступ. Україна є країною, яка недостатньо забезпечена традиційними видами первинної енергії, що змушує країну вдаватися до їх імпорту. Екологічний стан довкілля та постійне зростання цін на енергоносії, які імпортуються, зумовлює впровадження альтернативних енерготехнологій в енергетичному, житлово-комунальному та промисловому секторах економіки.

Частка споживання газу в паливно-енергетичному комплексі України залишається надмірною у зрівнянні з розвинутими державами світу. З урахуванням енергетичної кризи актуальним питанням є впровадження інноваційних технологій генерації і споживання енергії. Одним із напрямків рішення вказаної проблеми, спрямованої на енергозбереження, є застосування теплонасосних технологій на енергетичних та промислових підприємствах для генерації енергії з використанням вторинних низькопотенційних джерел технологічних процесів [1].

У ряді країн використання теплових насосів передбачене законодавством, наприклад в США, згідно з федеральним законодавством для нових громадських будівель використовуються тільки теплові насоси. А у ряді країн світу і ЄС передбачена дотація на установку теплових насосів (ТН), які зменшують теплове забруднення довкілля [2].

На відміну від більшості розвинених держав світу, Україна відстає у впровадженні інноваційних технологій, що, в свою чергу, негативно впливає на її енергетичну безпеку. Отже, створення інноваційних систем енергозабезпечення, які працюють за рахунок раціонального використання альтернативних паливно-енергетичних ресурсів є важливим завданням.

Аналіз стану питання. До теперішнього часу для теплових і атомних електростанцій досвід

впровадження теплонасосних технологій в технологічних схемах генерації електроенергії та теплоти є недостатнім [3]. Деякі пропозиції носять декларативний характер і не дозволяють визначити доцільність впровадження теплонасосних технологій в теплових схемах електростанцій, термодинамічну ефективність паросилового циклу електростанцій, а також ефективність систем централізованого кондиціювання та теплопостачання [4].

Ситуація, яка склалась, вимагає розробки методики аналізу ефективності процесів в елементах теплових схемах електростанцій із застосуванням теплонасосних технологій, що дасть змогу оцінити ефективність запропонованих схем та обрати раціональний шлях її реалізації з використанням ексергетичного методу аналізу [5].

Найбільш перспективним напрямком застосування теплонасосних технологій на електростанціях є утилізація низькопотенційної теплоти циркуляційної води охолодження конденсаторів турбін. Температура циркуляційної води після конденсаторів коливається в діапазоні 20...30 °С в залежності від пори року, що є високоефективним джерелом теплоти для теплонасосних систем, адже при застосуванні пароконденсаторного циклу ТН можна отримати теплоносії з температурою 60...80 °С [6]. Отримання таких параметрів дає можливість використовувати ТН для потреб централізованого теплопостачання, не використовуючи при цьому відбори пари з турбоустановки. Це надасть можливість зменшити коефіцієнт недовироблення електроенергії турбоустановкою, а також збільшити ККД паротурбінного циклу [7].

© Денисова А.Є, Жайворон О.С. 2023

Для таких теплонасосних систем теплозабезпечення необхідно визначити раціональні показники їх роботи, щоб обґрунтувати економічну доцільність витрати електроенергії на привід компресора теплового насосу. При цьому, слід враховувати також ряд впливових чинників, зокрема екологічну, економічну та енергетичну ефективність.

Мета. Розробка математичної моделі для визначення раціональних режимів роботи теплонасосних установок для утилізації циркуляційної води енергоблоків.

Метод дослідження. Перспективним шляхом підвищення ефективності процесів в теплових схемах електростанцій із застосуванням теплонасосних технологій є використання ексергетичного методу аналізу, що дозволяє обґрунтовано підходити до вибору раціональних теплових схем [7].

Слід зауважити, що при роботі теплофікаційних відборів паротурбінної установки для потреб системи теплопостачання відбувається суттєве зниження вироблення електричної енергії турбогенераторами [8]. Статистичні показники втрати електричної потужності взимку, при температурі навколишнього середовища мінус 21 °С, наприклад, енергоблоками Рівненської атомної електростанції, де використовується оборотна система циркуляційного водозабезпечення для охолодження конденсаторів парових турбоустановок, наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Втрата електричної потужності при роботі теплофікаційних відборів на електростанції

Номер енергоблоку	$N_{вст}, \text{МВт}$	$N_{ном}, \text{МВт}$	$N_{тф}, \text{МВт}$
1	440	420	12,3
2	440	415	7,6
3	1000	945	10,2
4	1000	993	15,9

Таким чином, застосування теплонасосних технологій на електростанціях шляхом утилізації низькопотенційної теплоти циркуляційної води охолодження конденсаторів турбін, є перспективним напрямком. Температура циркуляційної води після конденсаторів парових турбін на українських атомних станціях коливається у межах 23...32 °С в залежності від пори року, що є високоєфективним джерелом теплоти для теплонасосних систем теплопостачання [9]. Середньостатистичні річні показники температури циркуляційної води оборотної системи після основних конденсаторів паротурбінної установки наведено на рис. 1.

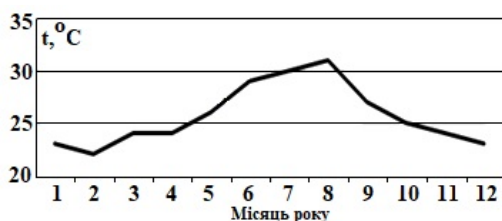


Рис. 1. Температура циркуляційної води після конденсаторів протягом року

Крім того, на атомних електростанціях існують технологічні потреби в теплопостачанні внутрішніх об'єктів, а саме, безпосередньо використання теплоти в теплових схемах, наприклад, для хімводоочистки додаткової води. Для цих потреб використовується відбори пари в колекторі власних потреб електростанції, зменшення яких при застосуванні теплонасосних систем призводить до підвищення техніко-економічних показників роботи енергоблоків.

Технічна вода після конденсаторів турбін електростанцій має досить стабільну температуру протягом року. Принципова схема теплонасосної системи, яка використовує низькопотенційну енергію скидних вод, представлена на рис. 2.

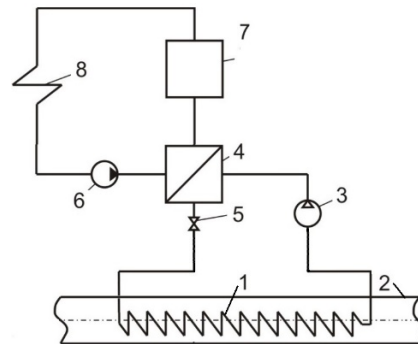


Рис. 2. Принципова схема теплового насоса на базі циркуляційної води

1 – випарник; 2 – технологічний канал; 3 – компресор; 4 – конденсатор; 5 – дросель; 6 – насос вторинного контуру циркуляції; 7 – дублер енергії; 8 – система опалення

Після випаровування робочого тіла циклу у випарнику 1 теплового насоса, що міститься в колекторі технологічного каналу 2 водозабезпечення, пара, що утворилася, надходить в компресор 3, де тиск робочого тіла значно підвищується. Далі пара потрапляє до теплообмінника 4, де відбувається відведення теплоти у вторинний контур циркуляції, робочим тілом якого є вода, з обов'язковим протіканням процесу конденсації пари робочого тіла циклу, після чого конденсат крізь дросель 5 повертається до випарника 1.

Вторинний контур циркуляції складається з насоса 6, який забезпечує циркуляцію води, резервного генератора теплоти 7 та системи опалення 8. При цьому, циркуляційна вода, яка відводиться від конденсаторів теплових і атомних електростанцій, нагрівається до 20...35 °С, та скидається в природні чи штучні водойми [9].

Якщо прийняти, що температура в випарнику ТН повинна бути на 5...15°C нижче, тоді цикл ТН, наприклад, для такого робочого тіла як аміак, представлений на рис. 3. Цикл теплового насоса побудовано для ізоентропійного ККД, що дорівнює 0,9 та ККД компресора $\eta_k=0,92$ [10].

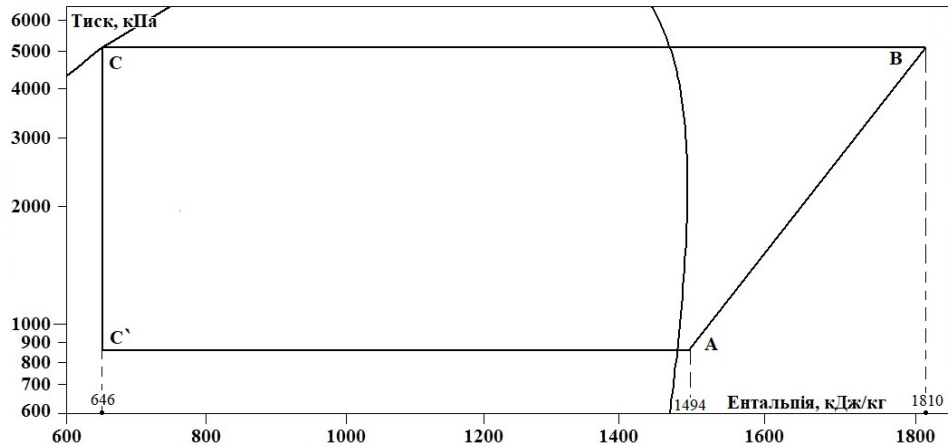


Рис. 3 Цикл теплового насоса з використанням теплоти скидних вод електростанції
 А – початок процесу стискування; В – вихід з компресора; С – точка завершення конденсації робочого тіла

При температурі в конденсаторі 90 °С, коефіцієнт перетворення становить:

$$COP = COP' \cdot \eta_k = 3,68 \cdot 0,92 = 3,39,$$

де h_i – ентальпія в i -тій точці, кДж/(кг·К);

$$COP' = (h_b - h_c) / (h_b - h_A) = (1810 - 646) / (1810 - 494) = 3,68.$$

При виборі робочого тіла теплового насосу важливим є діапазон його робочих температур. При температурах вище за критичну точку фреон не використовується. Коефіцієнт перетворення теплоти COP теплового насосу визначається властивостями фреону. Чим вище необхідні температури кипіння і випаровування до критичної точки, тим коефіцієнт COP нижче, але чим температура далі від критичної точки, тим більше витрата холодильного агенту [11].

Основними країнами, що виробляють фреони, було ухвалено Монреальський протокол, який

розділив фреони на такі групи: I – особливо озоннебезпечні (R11, R12, R13, R13B1); II – озоннебезпечні (R21, R22); III – екологічно безпечні фреони (R134, R134a, R152a, R143a, R125, R32, R23, R218, R116, R318, R290, R600, R600a, R717). За показниками холодопродуктивності (ХПр) парокомпресійних циклів теплового насоса найбільші перспективи має використання фреону R152a, який має найбільший коефіцієнт перетворення та ХПр, і водночас найменший показник потужності компресора. Для визначення характеристик фреонів для можна використати програму розрахунку парокомпресійних циклів теплового насосу CoolPack. Наприклад, при температурах: випаровування $T_1=20$ °С і конденсації $T_2=75$ °С, що відповідає умовам у холодний період для систем опалення та теплопостачання (рис. 4, 5).

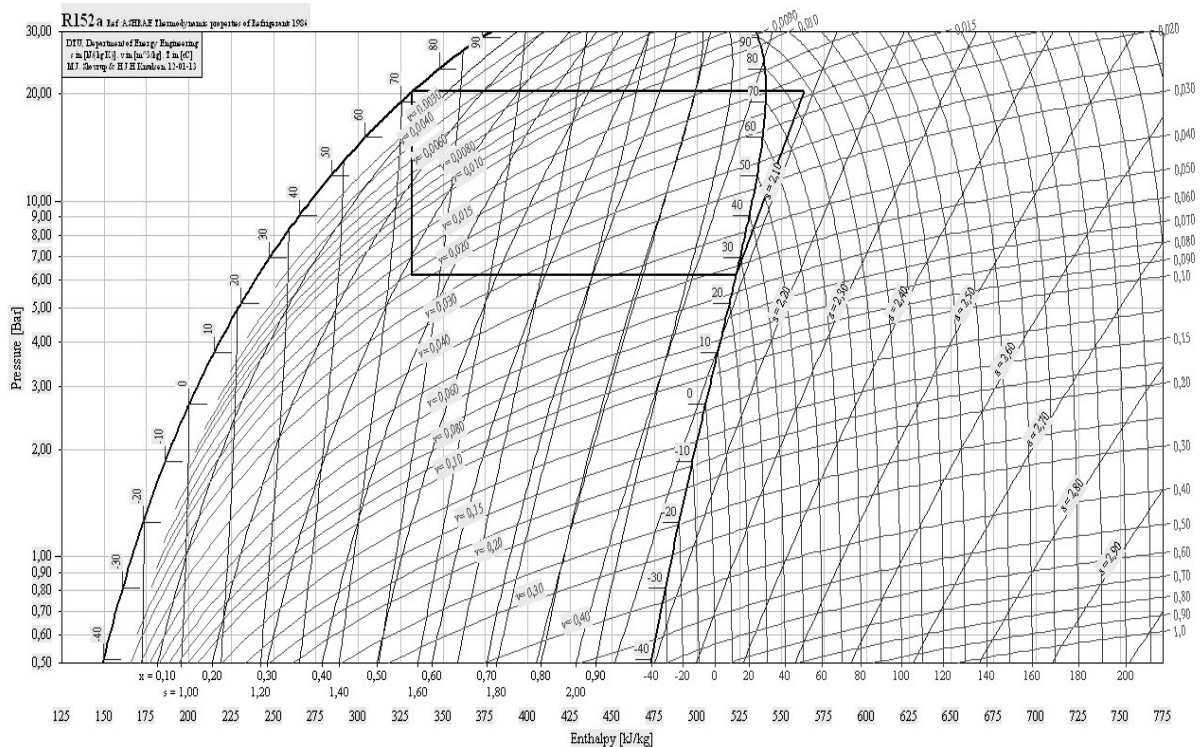


Рис. 4 Парокомпресійний цикл теплового насоса з фреоном R152a

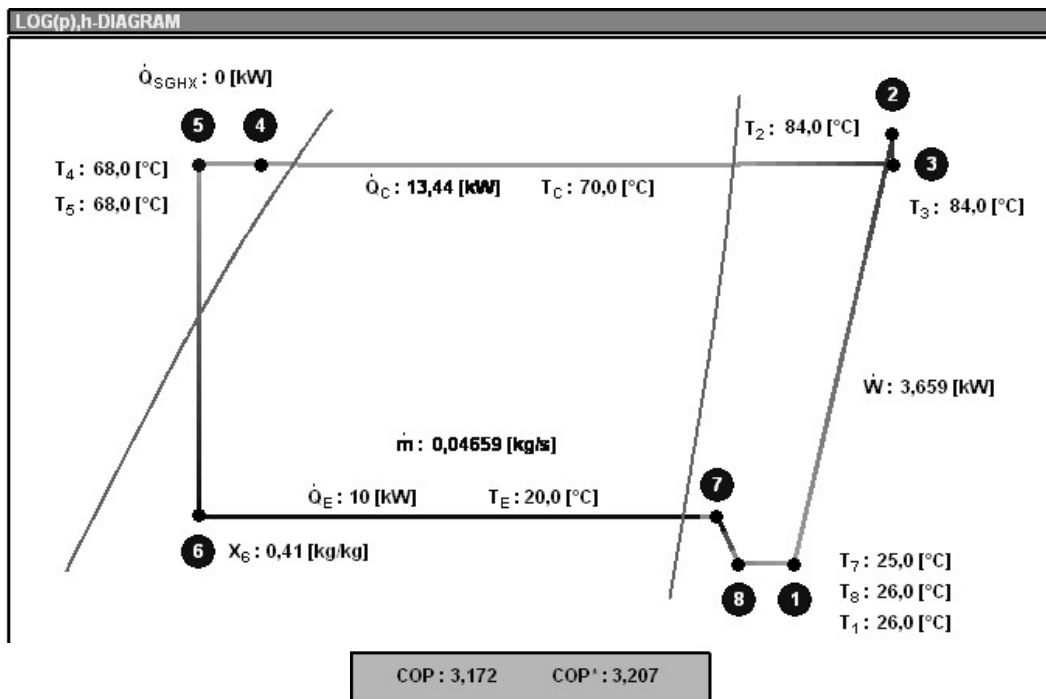


Рис. 5 Результати розрахунку циклу теплового насоса з фреоном R290 в середовищі CoolPack

З урахуванням того, що виробництво теплоти має бути економічно ефективним та екологічно безпечним для довкілля доцільно використовувати екологічно безпечні фреони. При виборі найбільш ефективного фреону для теплового насоса слід враховувати ряд факторів: екологічну, економічну та енергетичну ефективність.

Результати досліджень. Результати розрахунку парокомпресійних циклів теплового насоса, які одержані в середовищі CoolPack для різних типів фреонів, зведені в таблицю 4.

Таблиця 4. Характеристики парокомпресійних циклів теплового насоса з екологічно безпечними фреонами.

Тип фреону	COP	Потужність компресора W
R134a	3,33	4,13
R152a	3,81	4,12
R1270	3,16	3,32
R290	3,17	3,43

Як видно з розрахунків парокомпресійних циклів теплового насоса з екологічно безпечними фреонами, найбільш ефективним фреоном є R152a, в якого найбільш оптимальні співвідношення коефіцієнту перетворення та показників потужності компресора. Температура фреонів в тепловому насосі вища, ніж в холодильних установках, тому фреон в тепловому насосі може розкладатися і викликати корозію устаткування. При використанні екологічно безпечних фреонів необхідно враховувати деякі недоліки, зокрема, вартість таких фреонів, високий робочий тиск, вміст кількох компонентів. Це означає, що всі деталі холодильного контуру повинні мати високу міцність, а отже і вартість [10].

Для оптимальних режимів роботи теплового насоса необхідно провести аналіз різних варіантів

температурних перепадів в теплообмінниках при різних температурах навколишнього середовища. Для розрахунку показників ефективності парокомпресійних циклів вибираємо температуру випаровування $t_b=20...30$ оС, що відповідає температурі циркуляційної води протягом року.

В роботі [11] виконаний термодинамічний аналіз традиційних та теплонасосних систем тепlopостачання, які забезпечують (рис. 6):

- виробіток електроенергії і прямий електричний обігрів (схема а);
- виробіток електроенергії і відпуск теплоти гострою парою (схема б);
- ТЕЦ (схема в);
- сумісний виробіток електроенергії і теплоти (схема з);
- виробіток електроенергії і тепlopостачання за допомогою ТН (схема д);
- сумісний виробіток електроенергії і тепlopостачання від ТН (схема е).

При зіставленні різних систем тепlopостачання поряд з термoeкономічними показниками слід враховувати соціально-економічні фактори. Результати досліджень показують, що енергетичне зіставлення дозволяє визначити перевагу одного варіанта над іншим, за умов, коли використовується одне і теж джерело первинної енергії [12].

В інших випадках вираш не завжди відповідає вирашу в витратах на різні джерела через різну вартість первинної енергії. Тому при зіставленні варіантів важливим є врахування принципів термoeкономіки.

Термодинамічні схеми комбінованого виробництва теплоти і електроенергії доцільно порівнювати по витраті високопотенційної теплоти (ВПТ) Q_1 , що є первинною енергією, для генерації

певної кількості електроенергії W і теплоти середнього потенціалу Q . У відповідності до такої постановки задачі в схемах з розділним виробітком теплоти і електроенергії, витрати високопотенційної теплоти Q_1 визначаються як сума:

$$Q_1 = Q/\eta_Q + W/\eta_W,$$

де η_Q і η_W – ККД при генерації теплоти і електроенергії, відповідно.

Витрати Q_1 для кожної з термодинамічних схем комбінованого виробництва теплоти і електроенергії (рис. 6), які визначаються за формулами, що містяться в табл. 5, дозволяють визначити режими раціонального використання теплонасосного теплопостачання.

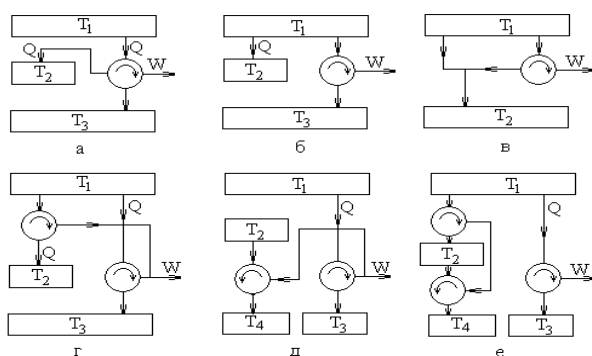


Рис. 6. Схеми комбінованого виробництва теплоти і електроенергії

Термодинамічний аналіз показує, що схема з ТН (рис. 6, б) по витраті високопотенційної теплоти Q_1 виявляється більш економічною ніж прямий електричний обігрів (рис. 6 а). Проте, з підвищенням температури T_2 нижнього джерела вираш від застосування ТН зменшується.

Таблиця 5. Витрати ВПТ Q_1 в різних схемах комбінованого енергопостачання

Схема	Витрати високопотенційної теплоти	Примітка
А	$Q_1 = Q/\eta_t^k + W/\eta_t^k$	–
Б	$Q_1 = Q + W/\eta_t^k$	–
В	$Q_1 = Q + W$	$Q \geq W(l - \eta_t^t)/\eta_t^t$
Г	$Q_1 = Q(\eta_t^t - \eta_t^k) / [\eta_t^k(1 - \eta_t^t)] + W/\eta_t^k$	$Q \leq W(l - \eta_t^t)/\eta_t^t$
Д	$Q_1 = Q/(\eta_t^k \cdot \varphi) + W/\eta_t^k$	–
Е	$Q_1 = Q/[1 + \eta_t^k(\varphi - 1)] + W/\eta_t^k$	$Q \geq W(l - \eta_t^t)/\eta_t^t$

В таблиці: η_t^k – термічний ККД конденсаційного циклу; η_t^t – термічний ККД теплового” циклу; φ – коефіцієнт перетворення СОР теплового насосу

При зіставленні теплонасосного теплопостачання з ТЕЦ (рис. 6, е) виявляється, що економія високопотенційної теплоти, що віднесена до 1 кДж виробленої теплоти, буде змінюватись в залежності від співвідношення між тепловим Q і електричним навантаженням W .

Для схеми ТЕЦ (рис. 6, в) і схеми сумісного виробітку електроенергії і теплопостачання від ТН

(рис. 6, е) величина співвідношення між тепловим і електричним навантаженням буде у межах $\infty > Q/W \geq T_2/(T_1 - T_2)$.

Для випадку сумісного виробітку електроенергії і теплоти (рис. 6, г) справедливим є співвідношення $T_2/(T_1 - T_2) \geq Q/W > \infty$.

У випадку $Q/W > T_2/(T_1 - T_2)$ схему сумісного виробітку електроенергії і теплоти (рис. 1.4, г) слід виключити з розгляду як малоефективну.

При $Q/W < T_2/(T_1 - T_2)$ слід виключити з розгляду схему ТЕЦ (рис. 1.4, в) та схему сумісного виробітку електроенергії і теплопостачання від ТН (рис. 1.4, е) як малоефективні.

У випадку $Q/W = T_2/(T_1 - T_2)$ тотожними виявляються схема ТЕЦ (рис. 6, в), схема сумісного виробітку електроенергії і теплоти (рис. 6, г) та схема сумісного виробітку електроенергії і теплопостачання від ТН (рис. 6, е). Отже, будь-яка з вказаних схем може бути використана ефективно.

Таким чином, термодинамічний аналіз дозволяє у першому наближенні визначити економічну доцільність того чи іншого можливого варіанту теплопостачання.

Термодинамічний аналіз роботи ТН Для обґрунтування схемних рішень щодо теплонасосної системи та раціональних режимів її роботи необхідно провести аналіз різних варіантів температурних перепадів в теплообмінниках при різних температурах довкілля [9].

Для розрахунку показників ефективності пароконденсійних циклів вибираємо температуру випаровування $t_b = 20 \dots 30$ °С, що відповідає температурі циркуляційної води електростанції протягом року та температуру конденсації $t_k = 75$ °С для систем теплопостачання. Тоді:

Робота стиснення в компресорі, кДж/кг:

$$l_{ст} = h_2 - h_1$$

де h_1 та h_2 – ентальпія робочого тіла на вході та на виході з компресора, кДж/кг

Рівняння теплового балансу ТН циклу, кДж/кг:

$$q_b + l_{ст} = q_k$$

де q_b – енергія, що отримана при випаровуванні у випарнику ТНСТ, кДж/кг;

$l_{ст}$ – робота стиснення в компресорі,

q_k – енергія, що отримана при конденсації в конденсаторі ТНСТ, кДж/кг.

Теплове навантаження ТН, кДж/кг:

$$q_{тн} = q_k$$

де q_k – енергія, що отримана при конденсації робочого тіла в конденсаторі ТН, кДж/кг.

Питома енергія, що споживається електродвигуном компресора ТН, кДж/кг:

$$W = l_{ст}/\eta_{ем} \eta_e$$

де η_{em} – ККД електромеханічний;
 η_e – ККД електричний.

Енергетична ефективність циклу ТН або коефіцієнт перетворення COP: $COP = q_k/l_{ст}$. Аналіз ефективності парокомпресійного циклу ТН для робочого тіла R152a для різної температури циркуляційної води t_{HI} , дозволяє зробити висновок, що оптимальні умови роботи досягаються при температурі 30 °C (табл. 6).

Таблиця 6. Показники ефективності ТН при зміні температури циркуляційної води.

t_{HI} , °C	q_v , кДж/кг	q_k , кДж/кг	Коефіцієнт перетворення ТН COP
20	187,36	233,83	4,03
22	188,66	232,99	4,26
24	189,94	232,15	4,50
26	191,19	231,33	4,76
28	192,42	230,5	5,05
30	193,62	229,68	5,37

Аналіз результатів розрахунків ефективності парокомпресійного циклу ТН дозволяє зробити висновок, що робота теплового насоса при підвищенні температури циркуляційної води є найбільш ефективною.

Ексергетичний аналіз ефективності роботи ТН Ексергетичний метод аналізу є найбільш точним, бо враховує властивості системи та навколишнього середовища, що дає можливість оцінити термодинамічну досконалість циклу ТН та визначити ефективність роботи установок.

Зв'язки, які встановлюються при ексергетичному аналізі між термодинамічними характеристиками та техніко-економічними показниками системи, дозволяють оцінити ефективність її роботи, а також визначити шляхи та засоби вдосконалення цієї системи. Ексергія виявляє граничні можливості перетворення енергії при ідеальних процесах, а ексергетичні витрати характеризують ступінь відхилення реальних процесів від теоретично досяжних.

Об'єктивність результатів, отриманих за допомогою ексергетичного аналізу, обумовлена насамперед тим, що вони засновані на розрахунку мінімально необхідних матеріальних та енергетичних затрат на реалізацію технологічного процесу, який аналізується. В більшості інших методів використовують порівняння, наприклад, зміну ентропії системи, по відношенню до якої оцінюються показники досліджуваного об'єкту. Такий спосіб не є об'єктивним, оскільки результати цього аналізу залежать від того, наскільки вдало обрано операції порівнювання.

Ексергетичний аналіз дозволяє досліднику уникнути необхідності підбору вказаних операцій для діючих установок, а для нових (або тих, що знаходяться в стадії проектування) дозволяє одразу виявити можливість їх впровадження у виробництво шляхом зрівняння мінімально необхідних витрат з ресурсами, що є в наявності [15].

Аналіз ефективності установки на основі ексергетичних витрат використовують у все більших областях промисловості та особливо в наукових дослідженнях завдяки його об'єктивності. Аналіз можна провести двома шляхами: методом ексергетичних потоків та методом віднімання ексергетичних витрат (ентропійний метод).

Метод ексергетичних потоків фіксує величини всіх потоків ексергії, в тому ж числі і ті, що замикаються самі на себе, та враховує як зростання, так і зменшення потоків ексергії в робочих процесах енергетичних установок.

Метод віднімання ексергетичних витрат не враховує всі потоки ексергії та використовує тільки ексергетичні витрати. Отримані витрати підсумовуються між собою та дозволяють підрахувати продукцію будь якої енергетичної установки як різницю між первинну ексергією та витратами ексергії. Вони також дозволяють підрахувати енерговитрати в холодильних та теплонасосних установках як суму первинної енергії та енергетичних витрат [16].

При проведенні розрахунків ексергетичної ефективності потрібно визначити температуру T_0 , відносно якої будуть проводитись розрахунки. Звичайно T_0 – це температура довкілля, яка є зручною для виконання, бо вона є найменшою для більшості енергетичних комплексів, що аналізуються. Зв'язки, які встановлюються при ексергетичному аналізі між термодинамічними характеристиками і техніко-економічними показниками системи, дають можливість оцінити не тільки ефективність її роботи, а й встановити шляхи і методи її вдосконалення. Достовірність одержуваних при такому аналізі результатів обумовлена тим, що вони базуються на розрахунку мінімально необхідних матеріальних і енергетичних витрат на реалізацію технологічних процесів. В основі ексергетичного аналізу лежить поняття ексергії. Розрізняють два види ексергії: ексергія таких форм енергії як механічні, електричні, електромагнітні тощо, які не визначаються ентропією, та ексергія потоків речовини і енергії (внутрішня енергія потоків речовини, енергія хімічних зв'язків, теплового потоку), які характеризуються ентропією.

Виконаємо ексергетичний аналіз показників ефективності ТН:

Ексергія e_v , яка відведена низькопотенційним теплоносієм у випарнику ТН, кДж/кг:

$$e_v = T_B q_v$$

де $T_B = \frac{T_{ср.н} - (t_0 + 273)}{T_{ср.н}}$ – ексергетична температура низькопотенційного теплоносія (змінюється в діапазоні 0...1);

Середньоарифметична температура низькопотенційного теплоносія, К:

$$T_{ср.н} = \frac{t_{н1} - t_{н2}}{\ln \frac{t_{н1} + 273}{t_{н2} + 273}}$$

Ексергія e_k , яка отримана у конденсаторі, кДж/кг:

$$e_k = \tau_k q_k:$$

де $\tau_k = \frac{T_{\text{ср.в}} - (t_0 + 273)}{T_{\text{ср.в}}}$ – ексергетична температура високопотенційного теплоносія.

Середньологарифмічна температура гарячого теплоносія, К:

$$T_{\text{ср.в}} = \frac{t_{\text{в2}} - t_{\text{в1}}}{\ln \frac{t_{\text{в2}} + 273}{t_{\text{в1}} + 273}}$$

Ексергія електроенергії, що витрачається на привід компресора, кДж/кг:

$$e_e = \frac{l_{\text{ст}}}{\eta_{\text{ел}} \eta_{\text{е}}}$$

Ексергетичний ККД η_e теплового насоса визначається по сумарній ексергії вхідних та вихідних потоків:

$$\eta_e = \frac{e_{\text{вих}}}{e_{\text{вх}}} = \frac{e_k}{e_e + e_{\text{ст}}}$$

Результати розрахунків за ексергетичним методом аналізу парокомпресійного циклу ТНСТ в залежності від температури довкілля наведено в табл. 7.

Таблиця 7 Результати розрахунків ТН

Температура довкілля t_H , °С	$e_{\text{вх}}$, кДж/кг	e_k , кДж/кг	η_e
10	10,49	43,49	0,55

Список литературы

- Doroshenko A.V. Development and Ecological-Energy Comparative Analysis of Traditional (Vapor Compression) Solutions and Alternative (Solar Absorption) Solutions of Air Conditioning Systems / A.V. Doroshenko, A.R. Antonova, L.V. Ivanova // Problemele energeticii regionale termoenergetica. 2017.– №3 (35)– pp. 69- 83.
- Herrmann, J. “Optimierung der städtischen Energieversorgung am Beispiel der Stadt Augsburg unter besonderer Berücksichtigung von Wärmetransportmechanismen”. PhD thesis, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Augsburg. Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching. 2012.
- Deshko V.I., Karpenko D.S. Analysis of aspects and simulation modeling of the thermal energy market in Ukraine // Management of technological processes in energy technologies under the general editorship of Anatoliy M. Pavelko, Kielce, Politechnika Swietokrzyska, 2019, pp. 7-4.
- Мацевитый Ю. М., Чиркин Н. Б., Богданович Л. С., Клепанда А. С. О рациональном использовании теплонасосных технологий в экономике Украины // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит; № 3, 2007. – С.20 – 32
- Jin Hou, Peng Xu, Xing Lu, Zhihong Pang, Yiyi Chu and Gongsheng Huang. Implementation of expansion planning in existing district energy system: A case study in China// Applied Energy, 2018, N 211, PP. 269-281.
- Veremiichuk Y., Zamulko A. The use of energy storage to control the electrical load of the power system Ukraine // Proceedings of V International Scientific-Technical Conference “Actual problems of renewable energy, construction and environmental engineering”. Kielce University of Technology. Kielce: Poland. 2021. pp. 85–87. ISBN 978-83-66678-08-8.
- Yunus Emre Yuksel. Energy and exergy analysis of renewable energy sources-based integrated system for multi-generation application. /Yunus Emre Yuksel, Murat Ozturk. // Int. J. of Exergy 2017 – Vol. 22, N.3, pp. 250– 278.
- Arsham Mortazavi. Conventional and advanced exergy analysis of solar flat plate air collectors /Arsham Mortazavi, Mehran Ameri // Energy, Vol. 142, 2018, pp. 277– 288.
- Mingjiang Ni. Thermodynamic analysis of a gas turbine cycle combined with fuel reforming for solar

5	13,67	47,23	0,57
0	16,86	50,74	0,59
-5	19,86	54,01	0,61
-10	23,04	57,28	0,62

Висновки та перспективи подальшого розвитку. Впровадження ТН систем тепlopостачання на електростанціях для кліматичних умов України відповідає задачам енергозбереження, дозволяє зменшити викиди шкідливих речовин в довкілля, зокрема парникових газів, у порівнянні із звичайними видами тепlopостачання, що зменшує теплове забруднення навколишнього середовища при роботі електростанцій, що є актуальним для України і світу.

Використання теплових насосів в теплових схемах теплових і атомних електростанцій для потреб систем централізованого опалення та гарячого водозабезпечення дозволяє зменшити коефіцієнт недовироблення електроенергії турбоустановкою, а також збільшити ККД паротурбінного циклу.

Як видно з енергетичного та ексергетичного розрахунків парокомпресійних циклів ТН найбільш ефективним робочим тілом циклу є фреон R152a, при якому досягається найбільший коефіцієнт перетворення COP, та найменший показник потужності компресора.

Використання ексергетичного методу дозволяє оцінити ефективність роботи установки при заданих параметрах. Видно, що на ефективність ТН системи найбільше впливають витрати у випарнику, тому саме йому потрібно приділяти найбільшу увагу при проектуванні ТН з використанням енергії циркуляційної води.

- thermal power generation./ Mingjiang Ni, Tianfeng Yang, Gang Xiao, Dong Ni, Kefa Cen. // *Energy*, Vol. 137, 2017, PP. 20–30.
10. Denysova A.E. Modelling the efficiency of power system with reserve capacity from variable renewable sources of energy / A. E. Denysova, V.R. Nikulshin, V.V. Wysochin, P.S.Zhaivoron,
 11. Y.V. Solomentseva // *Herald of advanced Information Technology*, 2021, Vol.4. No 4, pp.318-328.
 12. Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов / Т. В. Морозюк. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. – 712 с.
 13. ІМорозюк Т.В. Водоаммиачные термотрансформаторы (теория, анализ, синтез, оптимизация): дис. ... докт. техн. наук: 05.14.05 / Татьяна Владиленовна Морозюк. – Одесса, ОНТУ, 2001. – 298 с.
 5. Jin Hou, Peng Xu, Xing Lu, Zhihong Pang, Yiyi Chu and Gongsheng Huang. Implementation of expansion planning in existing district energy system: A case study in China// *Applied Energy*, 2018, N 211, PP. 269-281.
 6. Veremiichuk Y., Zamulko A. The use of energy storage to control the electrical load of the power system Ukraine // *Proceedings of V International Scientific-Technical Conference “Actual problems of renewable energy, construction and environmental engineering”*. Kielce University of Technology. Kielce: Poland. 2021. pp. 85–87. ISBN 978-83-66678-08-8.
 7. Yunus Emre Yuksel. Energy and exergy analysis of renewable energy sources-based integrated system for multi-generation application. /Yunus Emre Yuksel, Murat Ozturk. // *Int. J. of Exergy* 2017 – Vol. 22, N.3, pp. 250– 278.
 8. H.Z. Hassan. Thermodynamic analysis and theoretical study of a continuous operation solar-powered adsorption refrigeration system. / H.Z. Hassan, A.A. Mohamad. // *Energy*, Vol. 61, 2013, PP. 167– 178.
 9. Arsham Mortazavi. Conventional and advanced exergy analysis of solar flat plate air collectors /Arsham Mortazavi, Mehran Ameri // *Energy*, Vol. 142, 2018, pp. 277– 288.
 10. Mingjiang Ni. Thermodynamic analysis of a gas turbine cycle combined with fuel reforming for solar thermal power generation./ Mingjiang Ni, Tianfeng Yang, Gang Xiao, Dong Ni, Kefa Cen. // *Energy*, Vol. 137, 2017, PP. 20– 30.
 11. Denysova A.E. Modelling the efficiency of power system with reserve capacity from variable renewable sources of energy / A. E. Denysova, V.R. Nikulshin, V.V. Wysochin, P.S.Zhaivoron, Y.V. Solomentseva // *Herald of advanced Information Technology*, 2021, Vol.4. No 4, pp.318-328.
 12. Morozjuk, T. V. Teorija holodil'nyh mashin i teplovyh nasosov. Odessa: Studija «Negociant», 2006. Print.
 13. Morozjuk, T. V. Vodoammiachnye termotransformatory (teorija, analiz, sintez, optimizacija). Dis. ... d-ra. tehn. Nauk. Odessa: ONTU, 2001. Print.

References (transliterated)

1. Doroshenko A.V. Development and Ecological-Energy Comparative Analysis of Traditional (Vapor Compression) Solutions and Alternative (Solar Absorption) Solutions of Air Conditioning Systems / A.V. Doroshenko, A.R. Antonova, L.V. Ivanova // *Problemele energeticii regionale termoenergetica*. 2017.– №3 (35)– pp. 69- 83. ().
2. Herrmann, J. “Optimierung der städtischen Energieversorgung am Beispiel der Stadt Augsburg unter besonderer Berücksichtigung von Wärmetransportmechanismen”. PhD thesis, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Augsburg. Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching, 2012.
3. Dешко V.I., Карпенко D.S. Analysis of aspects and simulation modeling of the thermal energy market in Ukraine // *Management of technological processes in energy technologies under the general editorship of Anatoliy M. Pavelko*, Kielce, Politechnika Swietokrzyska, 2019, pp. 7-4.
4. Matsevity Y.M., Chirkin N.B. Bogdanovich L.S. Klepanda A.C. О rational'nom ispolzovanii teplonasosnykh tekhnologiy v ekonomike Ukrainy // *Energosberenie. Energetyka. Energoaudit*, 2007, No 3.– pp. 20 – 32

Надійшла (received) 19.05.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Денисова Алла Євсївна (Денисова Алла Евсеевна, Denysova Alla Evsiiwna) – доктор технічних наук, професор, Національний університет «Одеська політехніка», директор Українсько-польського інституту; м. Одеса, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3906-3960>;
e-mail: alladenysova@gmail.com

Оксана Сергїївна Жайворон (Оксана Сергеевна Жайворон, Oksana Sergiiwna Zhaivoron Zhaivoron – аспірант кафедри теоретичної, загальної та нетрадиційної енергетики. Національний університет Одеська політехніка, м. Одеса, Україна,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6750-2388>,
e-mail: jaivoron.oksana@gmail.com

А. Є. ДЕНИСОВА, О. С. ЖАЙВОРОН

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ВОДЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

В работе выполнены аналитические исследования эффективности работы тепловых насосов в тепловых схемах тепловых и атомных электростанций для систем централизованного отопления и горячего водообеспечения с учетом климатических условий Украины, что отвечает задачам энергосбережения и позволяет уменьшить выбросы вредных веществ в окружающую среду. Основное внимание уделяется повышению эффективности теплонасосной системы энергоснабжения, в которую интегрируется альтернативный источник энергии. Выполнен анализ эксергетических параметров циклов тепловых насосов, позволивший установить, что наиболее эффективным рабочим телом цикла является фреон R152a, при котором достигается наибольший коэффициент преобразования теплового насоса, и наименьший показатель мощности компрессора. Предложены пути и методы, которые приводят к уменьшению коэффициента недоработки электроэнергии турбоустановкой и увеличению коэффициента полезного действия паротурбинного цикла. Показано, что на эффективность системы наибольшее влияние оказывают потери в испарителе, поэтому эффективности этого элемента теплового насоса необходимо уделять наибольшее внимание при использовании энергии циркуляционной воды. Дополнительный аспект новизны предлагаемого метода заключается в возможности дальнейшей оптимизации технико-экономических параметров энергосистемы. Предложена методология, которая базируется на использовании эксергетического метода анализа для обоснования условий рационального использования тепловых насосов для электростанций при утилизации низкопотенциальной теплоты циркуляционной воды охлаждения конденсаторов турбин, что можно считать инновационным подходом к анализу перспектив развития теплонасосного теплоснабжения.

Ключевые слова: эксергетическая эффективность, электростанция, тепловой насос, циркуляционная вода.

A. E. DENYSOVA, O. S. ZHAIIVORON

INCREASING THE EFFICIENCY OF HEAT PUMP USING CIRCULATING WATER OF POWER PLANTS

In the article analytical studies of the efficiency of heat pumps in the thermal schemes of thermal and nuclear power plants for centralized heating and hot water supply systems taking into account the climatic conditions of Ukraine have been carried out. This task meets the objectives of energy saving and reduces emissions of harmful substances into the environment. The main focus is on improving the efficiency of the heat pump power supply system, which integrates an alternative energy source. An analysis of the exergy parameters of heat pump cycles has been performed, which have made it possible to establish that the most efficient working fluid of the cycle is freon R152a, at which the highest heat pump conversion coefficient and the lowest compressor power indicator are achieved. Ways and methods leading to reduction to underproduction of the electricity by turbine of of power plant and to increasation of the efficiency of a steam turbine cycle are proposed. It is shown that the efficiency of the system is most affected by losses in the evaporator, so the efficiency of this element of the heat pump should be given the most attention when using the energy of circulating water. An additional aspect of the novelty of the proposed method lies in the possibility of further optimization of the technical and economic parameters of the power system. A methodology based on the use of the exergy method of analysis to substantiate the conditions for the rational use of heat pumps for power plants in the utilization of low-grade heat of circulating water for cooling the turbine condensers is proposed, which can be considered as innovative way. Results open the further prospects for the development of heat pump heat supplyhas been proposed.

Key words: exergy efficiency, power plant, heat pump, circulating water.

С. І. БУХКАЛО, Н. В. ЯКИМЕНКО-ТЕРЕЩЕНКО

ПРИКЛАДИ КОМПЛЕКСНОГО ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН – ІННОВАЦІЙНІ РЕСТОРАННІ ТЕХНОЛОГІЇ, ТОВАРОЗНАВСТВО ТА УПРАВЛІННЯ ЗАКУПІВЛЯМИ

У матеріалах статті розглянуті можливості для визначення цілей навчання студентів ВНЗ з метою розробки дисципліни Інноваційні ресторани технології, Товарознавство та управління закупівлями для розвитку складових комплексних проектів. При написанні статті використано досвід викладання дисциплін Загальні технології харчових виробництв, Харчова хімія та Сучасні технології харчування в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» на кафедрі інтегрованих технологій, процесів і апаратів у 2002–2023 рр. Комплексні системи визначення складових дисципліни зумовили компетентності та якість матеріалу, а питання, що розглядаються пропущені через призму власного творчого сприйняття, що робить матеріал особливо цінним. Розробки проведені з застосуванням сучасних високоефективних науково-обґрунтованих технологій харчових виробництв, наприклад, від різновидів аналізу класифікації-ідентифікації, загальних понять та вимог до різновидів методології визначення показників рівня якості та їх оцінки через вибір алгоритмів розрахунків на різних стадіях виробництва та застосування отриманих товарів.

Ключові слова: товарознавство та управління закупівлями, інноваційні ресторани технології, комплексні дисципліни, науково обґрунтовані методи навчання студентів, визначення моделей прикладів.

Вступ.

Початковим етапом розробки комплексного інноваційного навчання можна означити викладання дисципліни Харчова хімія, а далі – Сучасні технології харчування. Ці складові навчання підтримують цикл з відповідних напрямків формування у студентів системи знань необхідних для виробничо-технологічної та дослідницької діяльності з розроблення та впровадження дисциплін Товарознавство та управління закупівлями, Інноваційні ресторани технології у закладах ресторанного господарства. Інновації представлені як напрямок наукового обґрунтування розвитку технологічних та товарознавчих складових процесів галузі сфери обслуговування, пов'язаних із впровадженням результатів наукових досліджень і розробок у сучасну практику виробництва. Класифікація-ідентифікація інновацій враховує фактор зміни, як результат діяльності, втілений у новий або вдосконалений продукт, технологічні процеси, нові послуги й нові підходи до задоволення соціальних потреб. Розширена класифікація-ідентифікація може бути представлена різновидами з урахуванням сфери діяльності підприємства: технологічна; економічна; товарознавча та торговельна; соціальна; сфери управління. Тобто надає можливість конкретизувати напрями інноваційного процесу: комплексне оцінювання результативності та конкурентоспроможності; формування економічних механізмів й організаційних форм управління інноваційною діяльністю; визначення реалізації інновацій на ринку галузі за певними стратегіями та ін.

Складові навчання можна визначити за прикладами: детальний розгляд можливостей наукового обґрунтування дисципліни; аналіз, загальна характеристика й особливості сировини, напівфабрикатів та продуктів; вибір методів аналізу з вирішення різновидів завдань за допомогою інноваційних методів та програм дослідження; класифікація-ідентифікація їх особливостей у

сучасних технологіях харчування; вивчення причин виникнення виготовлення неякісної продукції та ін.

Необхідною складовою навчання є визначення принципів застосування логістичного підходу до управління постачанням – задоволення потреб підприємства у матеріальних ресурсах з максимально можливою економічною ефективністю [1–15]. Функціональні цілі при організації закупівельних засобів можна визначити як: мінімізація витрат на вхідному контролі та витрат на зберігання у складах підприємства; зовнішньо-виробничих та внутрішньо-виробничих у сфері постачання, а також запасів товарів, які закуповуються; досягнення постачання для скорочення часу реакції на вимоги клієнта; гарантія бездефектного постачання продукції та ін.

Досягнення поставлених цілей залежить від вирішення цілої низки завдань, які в узагальненому вигляді можна згрупувати наступним чином (табл. 1 та 2). Основними критеріями розробки логістичної політики здійснення закупівель і формування загальної системи постачання є оптимальна періодичність (час) постачань.

Теоретична частина курсів включає матеріал про основні методології, засоби й структуру інноваційного аналізу. Поряд з основним теоретичним матеріалом у кожний з курсів включені блоки прикладів аналізу практичних розрахунків за експериментальними дослідженнями різновидів сучасних технологій галузей сфери обслуговування, які реально використовують у виробництвах харчових підприємств та рестораних закладах.

Цілі та задачі навчання: як основні засади системного аналізу визначена класифікації-ідентифікації основних складових дисциплін Товарознавство та управління закупівлями, Інноваційні ресторани технології, наприклад:

1) наукове обґрунтування та методи інтенсифікації роботи виробництв [1–15];

© Бухкало С.І., Якименко-Терещенко Н.В., 2023

2) ієрархічна структура інноваційних технологій готельно-ресторанного господарства відповідно до наявної нормативно-технічної документації (НТД);

3) взаємовплив та взаємозв'язок різновидів складових процесів і апаратів сучасних технологій харчування та інші.

У розроблених виданнях [1–7] вперше в Україні запропоновано сумісне розглядання теоретичних питань з означених дисциплін, на підставі яких студентами можуть бути виконані практичні, лабораторні та самостійні завдання: розроблені багатоваріантні тестові та розрахункові завдання і

задачі з основних тем курсу; індивідуальні та контрольні завдання для самостійної роботи. Засвоєння студентами навчального матеріалу пов'язане з підготовкою та виданням різновидами матеріалів інтелектуальної власності [8–15].

Зазвичай такі інноваційні методи навчання завершуються публікацією статті або тез міжнародної конференції для кожного студента, що потребує на першому етапі визначення складових навчання за дисциплінами Харчова хімія та Сучасні технології харчування та інші, наприклад для груп БЕМ-1321а,б [16–18].

Таблиця 1. Класифікація-ідентифікація деяких складових дисципліни Інноваційні ресторани технології (Бухкало С.І.)

№	Приклади ієрархії складових дисципліни Інноваційні ресторани технології
1	Загальні відомості про: об'єкти вивчення та предмет дисципліни, ціль навчання, вимоги до знань студентів; історичний розвиток сучасної рестораної технології харчування як науки Класифікація-ідентифікація загальних положень наукового обґрунтування і вимог до складових навчання. Приклади з загальної характеристики та особливостей технології підготовки сировини холодних страв і закусок.
2	Об'єкти інноваційної діяльності рестораної справи. Інноваційні процеси в просуванні і комерціалізації послуг підприємств рестораної справи. Інновації в управлінні рестораними підприємствами: визначення, характеристика, класифікації-ідентифікації теорії і концепції харчування. Приклади з загальної характеристики та особливостей технології підготовки сировини для страв і виробів з борошна.
3	Сучасні аспекти та розвиток форматів закладів рестораноного господарства: характеристика інноваційних форматів технології закладів рестораноного господарства – структура, мета, завдання, класифікація-ідентифікація об'єктів вивчення та ієрархія складових курсу. Приклади з загальної характеристики та особливостей технології підготовки сировини страв і виробів з дріжджового тіста; виробництво напівфабрикатів оздоблення для виробів з різновидів тіста відповідно до нормативно-технічної документації галузі.
4	Систематизація основних видів харчової продукції: класичні та інноваційні види меню – представлення страв і концепція закладу. Інноваційні підходи до створення меню і розташуванню страв у ньому. Класифікація додаткових послуг у закладах рестораноного господарства згідно з різними ознаками. Приклади з загальної характеристики та особливостей технології підготовки прохолодних та молочних напоїв.
5	Приклади з загальної характеристики та особливостей технології підготовки напоїв чай та кава. Класифікація-ідентифікація складових інноваційних форм обслуговування в рестораноному господарстві характеристика заходів і досвід їх впровадження у вітчизняній та світовій практиці рестораноного господарства..
6	Приклади з загальної характеристики та особливостей технології підготовки сировини холодних та гарячих солодких страв. Класифікація-ідентифікація, характеристика та визначення інноваційних форм надання специфічних професійних послуг у рестораноному господарстві. Наукове обґрунтування засад роботи сомельє класичної теорії харчування – ієрархія складових та характеристика.
7	Приклади з загальної характеристики та особливостей технології підготовки безалкогольних напоїв. Класифікація-ідентифікація, характеристика та визначення впровадження 1) характеристика професії міксолог, його обов'язки; 2) чайні і кавові церемонії. Складові, правила і особливості здійснення, правила формування карти пропозицій.
8	Приклади з загальної характеристики та особливостей технології підготовки різновидів напоїв. Класифікація-ідентифікація, характеристика та визначення впровадження 1) професії бариста в рестораноному господарстві України; 2) шоколадні фонтани, шоколадний кейтеринг – від планування, складання меню і підбору персоналу до подання страв. Складові, правила і особливості здійснення, правила формування карти пропозицій.
9	Загальна характеристика та особливості технології підготовки сировини та начинок для страв і виробів з дріжджового тіста з різновидами розпушувачів у прикладах технології. Визначення, класифікація-ідентифікація та особливості організації закладів рестораноного господарства відкритої форми виробництва; організація відкритої кухні в формі тепан-шоу та шоу-кукінг; інноваційні технології виготовлення продукції рестораноного господарства.
10	Класифікація-ідентифікація джерел інноваційних можливостей рестораних технологій та формування інноваційної політики – особливості та їх характеристики. Приклади з загальної характеристики та особливостей технології холодних дієтичних страв і закусок.
11	Приклади з системи інноваційних рестораних технологій готування і подавання «Cook & Serve»; технології готування і зберігання страв «Cook & Hold»; системи технологій готування і охолодження страв та напівфабрикатів «Cook & Chill»; системи технологій готування і зберігання страв у вакуумі «Sous Vide»; технології заморожування готових страв «Cook & Freeze».
12	Поняття ф'южи-кухні, історія виникнення та основні тенденції, класифікація-ідентифікація та характеристика особливостей за прикладами та задачами – характеристика складових та ієрархія особливостей інноваційних технологій страв з м'яса та риби.
13	Приклади та поняття молекулярної кухні – класифікація-ідентифікація та характеристика. розрахунків компонентів інноваційних рестораних технологій; класифікація-ідентифікація та загальна характеристика розрахунків за різновидами матеріальних балансів страв та виробів відповідно до нормативно-технічної документації галузі..

Таблиця 2. Класифікація-ідентифікація деяких складових дисципліни Товарознавство та управління закупівлями (Бухкало С.І.).

№	Приклади ієрархії складових дисципліни Товарознавство та управління закупівлями
1	Загальні відомості про: об'єкти вивчення та предмет дисципліни, ціль навчання, вимоги до знань студентів; історичний розвиток сучасного товарознавства та управління закупівлями у технології харчування як науки Класифікація-ідентифікація загальних положень наукового обґрунтування і вимог до складових навчання. Приклади з загальної характеристики та особливостей товарознавства та сутності закупівельної діяльності різновидів підприємств готельно-ресторанного господарства, класифікація-ідентифікація та управління асортиментом товарів із погляду балансу інтересів всіх учасників товарного руху в межах ієрархії обраних товарних категорій.
2	Об'єкти діяльності за дисципліною Товарознавство та управління закупівлями, особливості процесів управління в просуванні і комерціалізації послуг підприємств готельно-ресторанного господарства: визначення, характеристика, класифікації-ідентифікації теорії і концепції харчування, а також необхідності підвищення ефективності торговельного підприємства та рентабельності всіх учасників процесу товаропросування, що вимагає запровадження принципово нової та економічно обґрунтованої концепції. Приклади з загальної характеристики та особливостей товарознавства зерна і продуктів його переробки.
3	Теоретичні основи товарознавства продовольчих товарів: предмет, зміст і завдання сучасного товарознавства; основи раціонального споживання продовольчих товарів; хімічний склад продовольчих товарів; класифікація харчових продуктів; якість харчових продуктів; приклади з загальної характеристики та особливостей технології підготовки сировини як характеристика продуктів, товарознавча характеристика смакових товарів.
4	Систематизація основних видів харчової продукції: класичні та інноваційні види асортименту сировини та напівфабрикатів – представлення різновидів страв і концепція закладу. Інноваційні підходи до створення меню і розташуванню страв у ньому. Класифікація додаткових послуг у закладах ресторанного господарства згідно з різними ознаками – формування оптимального асортименту товарів підприємства та вплив на виробників товарів, тобто закупівлі забезпечують ефективну роботу. Приклади з загальної характеристики та особливостей асортименту різновидів плодовоовочевих товарів та продуктів їхньої переробки.
5	Приклади з загальної характеристики та особливостей товарознавчої характеристики крохмалю, цукру, меду, різновидів кондитерських виробів, класифікація-ідентифікація та визначення складових інноваційних форм з урахуванням напрямків розвитку готельно-ресторанного господарства та бізнесу. Модифікація рецептурного складу борошняних кондитерських виробів з метою удосконалення їх харчової та біологічної цінності та надання їм певних, наприклад, дієтичних властивостей – комплексний вплив на харчову та біологічну цінність виробів.
6	Приклади з загальної характеристики та особливостей товарознавчої характеристики харчових жирів – товарознавство тваринного походження. Класифікація-ідентифікація, характеристика та визначення інноваційних форм – ієрархія складових та характеристика. Модифікація рецептурного складу виробів з метою удосконалення їх харчової та біологічної цінності та надання їм певних інноваційних властивостей – комплексний вплив.
7	Приклади з загальної характеристики та особливостей товарознавства молока і молочних товарів. Класифікація-ідентифікація, характеристика та визначення впровадження – складові, правила і особливості здійснення, правила форм – ієрархія складових та характеристика. Модифікація рецептурного складу молочних виробів з метою удосконалення їх харчової та біологічної цінності та надання їм певних комплексних профілактичних властивостей.
8	Приклади з загальної характеристики та особливостей товарознавства характеристики яєць та яєчних продуктів. Класифікація-ідентифікація, характеристика та визначення впровадження – складові, правила і особливості здійснення та формування карти пропозицій. Модифікація рецептурного складу різновидів борошняних кондитерських виробів з метою удосконалення їх харчової та біологічної цінності та надання їм певних дієтичних властивостей – комплексний вплив на харчову та біологічну цінність виробів.
9	Приклади з загальної характеристики та особливостей товарознавства м'яса та м'ясних товарів Класифікація-ідентифікація джерел інноваційних можливостей та формування інноваційної політики – складові, правила і особливості здійснення та формування карти пропозицій. Модифікація рецептурного складу м'ясних виробів з метою удосконалення їх харчової та біологічної цінності та надання їм певних лікувально-профілактичних властивостей – комплексний вплив на харчову та біологічну цінність виробів.
10	Приклади з загальної характеристики та особливостей товарознавства риби та рибних товарів Класифікація-ідентифікація джерел інноваційних можливостей та формування інноваційної політики – складові, правила і особливості здійснення та формування карти пропозицій. Модифікація рецептурного складу рибних виробів з метою удосконалення їх харчової та біологічної цінності та надання їм певних лікувально-профілактичних властивостей – комплексний вплив на харчову та біологічну цінність виробів.
11	Приклади з загальної характеристики та особливостей товарознавства різновидів харчових концентратів. Класифікація-ідентифікація джерел інноваційних можливостей та формування інноваційної політики – складові, правила і особливості здійснення та формування карти пропозицій. Модифікація рецептурного складу різновидів блюд харчових концентратів з метою удосконалення їх харчової та біологічної цінності.
12	Основні етапи логістичного обслуговування споживачів продукції та концепція циклу замовлення в управлінні обслуговуванням Класифікація-ідентифікація закупівельної діяльності підприємства: ієрархія та характеристика закупівель; загальна технологія способів закупівель; характеристика стратегічної функції закупівель; загальна характеристика методів закупівель; основні ознаки закупівель за класифікацією-ідентифікацією; класифікація-ідентифікація закупівлі – сутність способу закупівель, який пов'язаний із збільшенням об'єму різних закупівель?
13	Приклади та поняття теоретичні та практичні засади товарознавства, визначення та вимоги до якості товарів, процеси ідентифікації товарів для виявлення або попередження фальсифікації, а також можливості сучасних засобів пакування, загальна характеристика розрахунків за різновидами матеріальних балансів страв та виробів. Модифікація рецептурного складу борошняних кондитерських виробів – надання їм певних комплексних дієтичних властивостей.

Класифікація-ідентифікація ієрархії та аналіз результатів навчання з дисциплін Інноваційні ресторани технології і Товарознавство та управління закупівлями – визначена комплексними складовими засвоєння освітньої програми (ОПП):

1. Мета та ієрархія дисциплін за профілем у структурі освітньо-професійної програми ОПП.

2. Визначення змісту робочої програми відповідно до ОПП (обсяг дисципліни, типи та види навчальних занять – лекції, лабораторні і практичні, навчально-методичне забезпечення самостійної роботи студентів та ін.).

3. Класифікація-ідентифікація, характеристика та ієрархія оціночних засобів з дисципліни з урахуванням переліку компетенцій із зазначенням етапів їх формування у процесі освоєння освітньої програми.

4. Розподіл ієрархії змісту ОПП за групами компонентів та циклами підготовки.

5. Класифікація-ідентифікація, опис показників та критеріїв оцінювання компетенцій на різних етапах їх формування, опис шкали оцінювання.

6. Типові контрольні завдання, необхідні оцінки знань, умінь, навичок та досвіду діяльності, що характеризують етапи формування компетенцій у процесі освоєння освітньої програми.

7. Методичні матеріали, які визначають процедури оцінювання знань, умінь, навичок та досвіду діяльності викладачів і студентів, що характеризують етапи формування компетенцій у процесах навчання.

8. Перелік основної та додаткової навчальної літератури, необхідної для інноваційного освоєння різновидів навантаження дисципліни.

9. Перелік ресурсів інформаційно-телекомунікаційної мережі «Інтернет» та програмного забезпечення, необхідних для освоєння вищевказаних дисциплін.

Метою викладання дисципліни «Інноваційні ресторани технології» є формування компетенцій з інноваційних технологій виробництва й реалізації продукції у закладах ресторанного господарства із заданими властивостями та напрямками: дієтичними, лікувально-профілактичними, класичними та інші різновиди при використанні сучасних технологічних засобів. Спутними характеристиками інновацій є класифікація-ідентифікація та ієрархія якісної та безпечної продукції відповідно до нормативно-технічної документації (НТД).

Об'єктом вивчення дисциплін є інноваційні ресторани технології напівфабрикатів, страв та різновидів кулінарної продукції, наприклад, хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів для закладів ресторанного господарства.

Предметом вивчення дисципліни є продукція галузі, технологічні операції, температуро-часові режими й параметри її виробництва із різновидів основної та допоміжної сировини рослинного та тваринного походження. Це обов'язково показники якості і безпеки, їх формування та відповідність НТД

у процесі виробництва та зберігання. Завданнями дисципліни є: основні концепції різних видів харчування; класифікація, хімічний склад та загальна характеристика сировини рослинного та тваринного походження; правила механічної, гідротермічної та теплової кулінарної обробки сировини й напівфабрикатів; технології виробництва. Важливими складовими інновацій бізнесу, зазвичай, визначають моделювання технологічних процесів; принципи формування асортименту продукції для різного контингенту споживачів та перспективи його розвитку; обов'язкове застосування науково-дослідних та нормативних положень щодо технологічних стадій виробництва; особливості технологічного процесу виробництва продукції ресторанного господарства для спеціальних видів обслуговування; Мотивуюча частина навчання передбачає: формування професійної компетенції у вирішенні задач із виробництва конкурентоспроможної інноваційної продукції.

Постановка проблеми у загальному вигляді та приклади об'єктів вивчення дисципліни.

Ціль навчання, вимоги до знань студентів мають інноваційне розвинення у всіх семестрах реалізації комплексного плану за основними темами викладання означених дисциплін (табл. 1, 2). У нинішніх складних та неоднозначних умовах онлайн навчання студентів набуває великого значення формування у майбутніх працівників готельно-ресторанного господарства та бізнесу технологічної обізнаності у товарознавстві та управлінні закупівлями, а також у виробництві різновидів інноваційної ресторанної продукції та послуг, глибоких компетенцій у сфері сервісу.

При цьому треба визначити: основне завдання закупівельної роботи – вигідне придбання товару з метою задоволення споживчого попиту у готельно-ресторанному господарстві.

Управління логістикою організованими оптовими закупівлями дозволяє зменшити імовірність комерційного ризику, пов'язаного з відсутністю збуту товарів. Така діяльність з організації та управління закупівлями спрямована на отримання необхідної за якістю та кількістю сировини, матеріалів, товарів і послуг у потрібний час у потрібному місці, від надійного постачальника за вигідною ціною. Управління закупівлями це також логістична діяльність, в результаті якої підприємство отримує необхідні товари і послуги.

1. Приклад визначення загальних відомостей про об'єкти вивчення та предмет дисципліни, ціль навчання, характеристика зернових культур та споживних властивостей зерна, а також вимоги до його якості.

Зерно – це об'єкт внутрішньої і зовнішньої торгівлі, торгівельний обіг зернових культур перевищує показники за іншими продтоварами. Враховуючи значення зерна як об'єкту купівлі-продажу, можна стверджувати, що ринок зерна – це центральна частина ринку продовольчих товарів. Зернові культури в нашій державі (рис. 1, ФАО)

вирощуються в колективних і фермерських господарствах – за результатами 2022 року виробництво зернових культур скоротилося на 37% в порівнянні з попередніми рекордними показниками 2021 року і становить близько 53,9 млн. т.

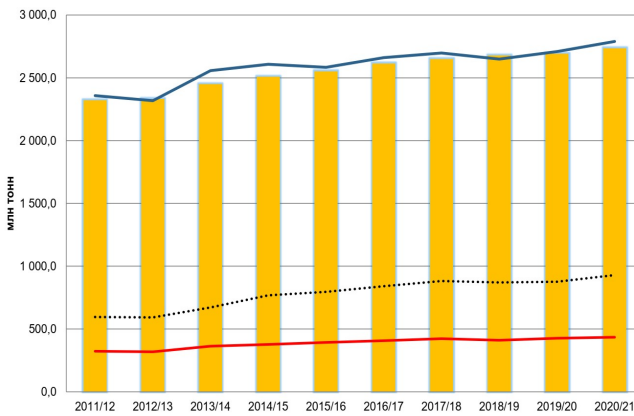


Рис. 1. Світовий ринок зерна, млн.т.: — споживання; — виробництво; — торгівля; ***кінцеві запаси

У структурі асортименту зерна традиційно перше місце посідає пшениця (50–55% врожаю), зберігається дефіцит твердої пшениці. Другою після пшениці культурою за обсягами вирощування є ячмінь (20–26%) – продовольча і фуражна культура. Третє і четверте місця посідають кукурудза та бобові. Основу асортименту вирощуваного в Україні зерна складають злакові культури. Зерно усіх злаків схоже за будовою як це представлено на рис. 2.

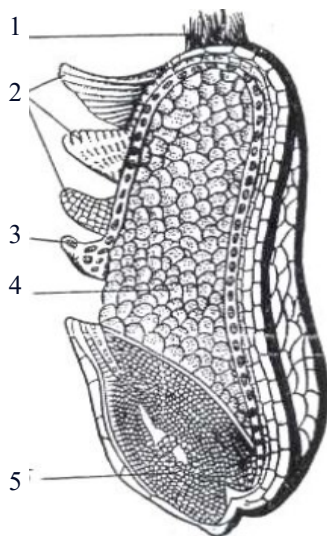


Рис. 2. Будова зерна пшениці:

- 1 – борідка, 2 – плодова і насіннева оболонки,
- 3 – алейроновий шар, 4 – ендосперм, 5 – зародок

На внутрішньому та міжнародному ринках за призначенням зерно має класифікацію-ідентифікацію як продовольче, фуражне, технічне, насіння. Продовольчі зернові культури за ботанічними

ознаками поділяються на родини: хлібні злаки, гречані (гречка) і бобові (горох, квасоля, соя, чечевиця, нут, чина). Термін «борошномельні якості зерна» містить у собі сукупність його властивостей, що визначають організацію технологічного процесу, його параметри, вихід і якість борошна. Для пшениці до цих показників відносяться склоподібність, зольність, натурна маса, крупність зерна; до непрямих показників – вологість і засміченість. Склоподібні пшениці дають більший вихід борошна, особливо борошна вищих сортів. У склоподібній пшениці ендосперм являє собою монолітну масу, що складається з крохмалю і білкових речовин, у якій крохмаль міцно зв'язаний з білком. Чим більше зольних елементів у зерні, тим більша зольність борошна, отриманого з цього зерна. Зольність зерна м'якої пшениці коливається від 1,26 до 2,97%, а твердої – від 1,32 до 3,04%.

Більш висока натура вказує на кращий розвиток ендосперму, а, отже, на кращі борошномельні якості зерна. Чим вище натура зерна, тим вище вихід продукції. Натурна маса коливається від 620 до 870 г/л. Велике і дрібне зерно розрізняється за своєю якістю. Зерно дрібне, погано виконане має більш високий вміст оболонки, а вміст ендосперму у ньому занижений. Зародок у щуплому зерні розвинений нормально, і тому він складає великий відсоток від загальної маси зерна. Зольність дрібного зерна вища. При розмелі дрібного, а тим більше щуплого зерна знижується вихід і якість борошна.

Вміст вологи в зерні впливає на технологічні і структурно-механічні властивості зерна. Вологе зерно (16–18%) через свою пластичність важко піддається здрибнюванню. При цьому зростає питома витрата енергії, знижується вихід продукту. Сухе зерно легко піддається здрибнюванню, але крихкі оболонки зерна легко подрібнюються і, потрапляючи в борошно, підвищують його зольність. Від вмісту домішок залежить не тільки вихід, але і якість борошна.

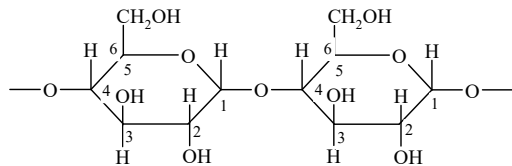
Жито характеризується тими ж показниками, що і пшениця. Однак порівняно з пшеницею воно містить менше ендосперму і більше оболонки; склоподібність низька, зольність зерна 1,5–2,3%, натурна маса 710–750 г/л.

2. Приклади з визначення товарознавчих характеристик хліба. У хлібопеченні використовується різноманітна сировина, зазвичай, її поділяють на дві групи: основна і додаткова. Основна сировина – це те, що необхідно для одержання тіста і хліба: борошно, вода, розпушувачі (дріжджі, закваска), сіль.

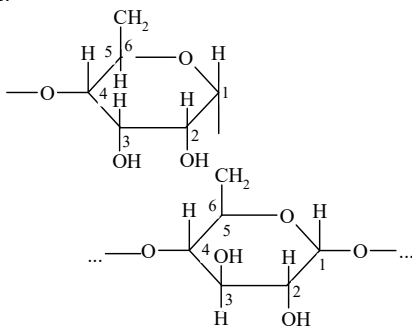
Додаткову сировину вводять у рецептуру для поліпшення харчових властивостей хліба – молоко і молочні продукти, жири, цукор, патока, яйцепродукти, вітаміни, насіння ефіро-олійних рослин, наприклад, кориця, ванілін, шафран та ін. Велику частину додаткової сировини вводять у дозріле тісто, в якому розвилися дріжджі.

Борошно – основна сировина, від якої залежить сорт і якість хліба. Хлібопекарські властивості визначаються її вуглеводно-амілазним і білково-протеїназним комплексами. Вуглеводно-амілазний комплекс характеризується наявністю крохмалю й інших вуглеводів, активністю амілолітичних ферментів, що розщеплюють крохмаль.

Крохмаль $(C_6H_{10}O_5)_n$ у борошні знаходиться у виді гранул шаро- чи яйцеподібної форми. Щоб тісто вийшло пухким, молекули крохмалю треба розгорнути. Крохмаль складається з двох фракцій – амілози (молекулярна маса 20000~200000) і амілопектину (молекулярна маса 100000~1000000), які істотно відрізняються за своєю будовою. Амілоза складається з залишків глюкози, з'єднаних у нерозгалужений ланцюг. Зв'язок утворюється між першим і четвертим вуглецевими атомами сусідніх моносахаридів через кисневий місток:



У складі амілози дослідниками виявлено від 60 до 300 залишків глюкози. Вона здатна розчинятися в гарячій воді. Амілопектин складається, як з лінійних, так і з розгалужених ланцюгів глюкози. Це досягається утворенням зв'язків між першим вуглецем однієї молекули глюкози і шостим вуглецем іншої, чи між першим і четвертим вуглецем:



При цьому утворюється гілляста молекула полісахариду крохмалю (рис. 3). Амілопектин з гарячою водою утворює клейстер.

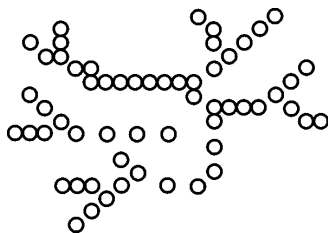
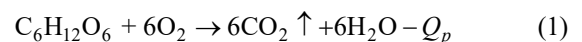


Рис. 3. Молекула полісахариду крохмалю

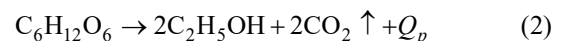
Крім цього, у борошні містяться зброжувані сахари – моно- і дисахариди.

Амілолітичні ферменти гідролізують крохмаль. У пшеничному борошні з нормальної сировини міститься фермент β -амілаза, він є екзоферментом і розщеплює крохмаль на мальтозу (дисахарид). У борошні, яке піддається дії несприятливих факторів (проростання), є крім β -амілази ще і α -амілаза. Фермент α -амілаза є ендоферментом, він діє безладно в середині молекули, розриваючи її на фрагменти, які називають декстринами. Якщо борошно містить активну β -амілазу і зброжувані сахари, можна чекати високу газоутворюючу здатність, хліб буде пухким. У випадку, якщо в борошні немає β -амілази, для бродіння треба вносити цукор.

Як відомо, білково-протеїназний комплекс характеризується клейковиною, протеолітичними ферментами й активаторами протеїнази. Клейковина – це нерозчинна у воді фракція борошна, що містить прості білки гліадин і глютенін, вони набухають у воді. Кількість клейковини визначають після відмивання крохмалю з тіста, отриманого за визначеною рецептурою. Однак важливим є не просто кількість, а якість клейковини. Оцінка цієї якості проводиться за критеріями на розтяжність й розпливання клейковини, визначається пружність і ін. Клейковина створює губчато-сітчасту структурну основу тіста, яка значною мірою визначає його фізичні властивості. У присутності кисню, як відомо з літературних джерел, відбувається реакція:



Цей процес називають диханням. За відсутності кисню дріжджі трансформують глюкозу таким способом:



Цей процес називають бродінням, тобто вуглеводи розщеплюються з утворенням спирту.

Таким чином, при хлібопеченні на початку бродіння, коли в тісті є кисень, дріжджі утилізують цукор за рівнянням (1), після вичерпання кисню процес реалізується за рівнянням (2). Дріжджі *S* легко зброжують моно- і дисахариди, а полісахариди, у тому числі і крохмаль, тільки після їх гідролізу (фермент β -амілаза, що знаходиться в борошні, гідролізує крохмаль з утворенням мальтози, яка зброжується дріжджами *S*).

Хлібопекарські властивості визначають за такими найважливішими показниками, як підйомна сила й осмочутливість. Визначення підйомної сили можна здійснювати прискореним методом – по кульці тіста. За часом спливання кульки тіста характеризують підйомну силу. Підйомна сила – це здатність дріжджів засвоювати вуглеводи борошна.

Осмочутливість характеризує стійкість клітин дріжджів до підвищення осмотичного тиску в середовищі. Для її визначення готують тісто з дуже великим вмістом солі. В окремих рецептурах багато

жиру, цукру й інших речовин, тісто утворюється важке, не піднімається, тому що дріжджі в цих умовах не утворюють двооксид вуглецю. За якістю клейковини борошно буває сильною, середньою і слабкою сили. Якщо клейковина погана, то тісто не розпушується, тому що не здатне утримувати двооксид вуглецю

Загальні закономірності показників технології виробів з пшеничного тіста хлібопекарської та кондитерської галузей, перш за все, пов'язані з його реологічними властивостями: пружність, пластичність та в'язкість, наявність яких, в основному обумовлюють білкові речовини борошна. При цьому також необхідно визначити наступне: нерозчинні у воді білкові речовини борошна, що утворюють клейковину, в тісті зв'язують воду не тільки адсорбційно, але й осмотично. В тісті у білковий каркас вкраплені зерна крохмалю і частинки оболонки зерна. Білкові речовини, що складають основу цього каркасу, при набуханні можуть осмотично поглинати не тільки воду, але і розчинені і навіть пептизовані в рідкій фазі складові частини борошна та тіста. В тісті на стан білкових речовин його каркасу діють сахари, солі, в тому числі поварена (кухонна) сіль, внесена в нього, і кислоти. В свою чергу, на структуру білка в цьому каркасі має окислювальний вплив кисень пухирців повітря, механічно внесеного при замісі тіста.

В більшості випадків для визначення розміру якісних показників рівня якості та їх оцінки пропонують використовувати наступні методи:

1) інструментальні (або лабораторні) – засновані на застосуванні технічних вимірювальних засобів, на їх основі дають фізико-хімічну характеристику продукту – різновидів майонезу (рис. 4).

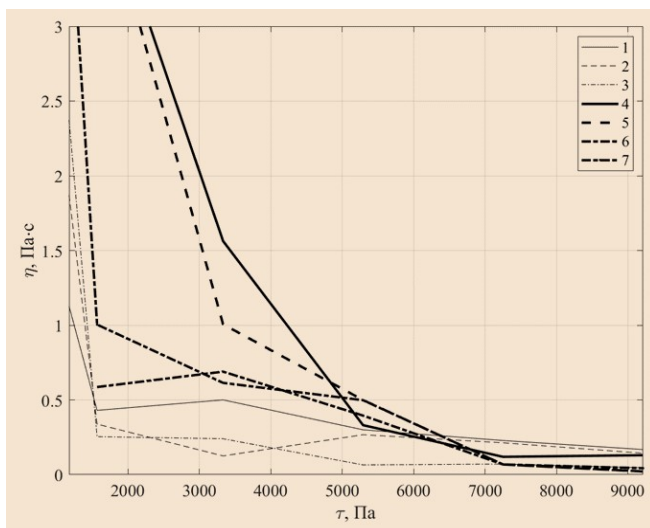


Рис. 4. Експериментальні дані залежності $\eta(\tau)$

для різновидів майонезу:

«Столовий» (1), «Провансаль» – відповідно 1(2) та 2(5), «Домашній для дітей» (3); майонезних соусів «Легкий1,2» (4, 7), «Сімейний» (6)

Ці методи знаходять широке застосування в товарознавстві. Завдяки їм можливі дослідження хімічної, структурної, фізичної й біологічної природи товарів. Різновидами методів дослідження є хроматографічні, реологічні, спектрофотометричні, фотоколориметричні, їх використовують у наукових дослідженнях та у сертифікаційних випробуваннях.

2) органолептичний (табл. 3) – це метод визначення якості продукції безпосередньо за допомогою органів відчуття людини (зору, слуху, дотику, смаку, нюху) без застосування технічних вимірювальних або реєстраційних засобів. За допомогою органолептичного методу оцінюються як зовнішні характеристики, такі як вигляд, форма, колір, прозорість, запах, так і такі як смак, м'якість тощо. Значна перевага органолептичного методу – швидкість при отриманні даних, порівняно з використанням інструментальних методів.

3) розрахунковий – характеризується обчисленням з використанням параметрів, здійснених іншими методами; слугує для визначення значень показників продуктивності та зберігання; використовується головним чином при проектуванні продукції, коли остання ще не може бути об'єктом експериментальних досліджень: ефективну в'язкість η (Па·с) як результат виміру для дослідження випробуваного середовища при температурі T °C у момент часу t обчислюють за формулою (рис. 4):

$$\eta = \tau / D,$$

де τ – напруга зрушення, Па; D – середня швидкість деформації зрушення, с^{-1} .

Властивості в'язкості випробуваного середовища при даній температурі визначаються кривою ефективної в'язкості, що встановлює залежність ефективної в'язкості від середньої швидкості деформації зрушення.

4) експертний – метод, зазвичай, ґрунтується на визначенні показників якості групою спеціалістів-експертів відповідно до нормативно-технічної документації – застосовують для класифікації-ідентифікації оцінюваної продукції, формування номенклатури показників якості, одержання коефіцієнтів значущості показників якості, визначення комплексних показників, при виборі базових зразків і встановлення значень показників цих зразків;

5) соціологічний – полягає у збиранні та аналізі думок споживачів продукції за результатами анкетного опитування, конференцій, нарад, виставок-продажів та інших форм виявлення відгуків споживачів на товари;

6) реєстраційний метод – метод, заснований на спостереженні й урахуванні певних об'єктів (товарів, процесів і послуг) та їх характеристик. Різновидом реєстраційного методу є моніторинг. метод, заснований на постійному нагляді за яким-небудь процесом з метою виявлення його відповідності

бажаному результату або первинній пропозиції, наприклад, вплив ступеня дозрівання на властивості томатів: синім кольором виділена антирадикальна активність, зеленим – антиоксидантна активність і червоним – вміст каротиноїдів (рис. 5: ступінь визрівання 1 – молочна, 2 – жовта, 3 – перезрілий, 4 – дозрілий у приміщенні).

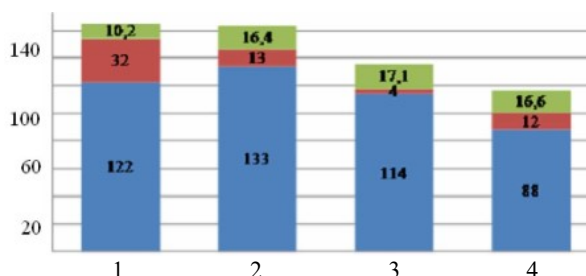


Рис. 5. Вплив стадії визрівання томатів на їх властивості

Достатньо часто моніторинг проводиться за якістю і безпекою харчових продуктів, з метою визначення захворювань, пов'язаних з нераціональним харчуванням, а також для виявлення фальсифікованої і контрафактної продукції.

7) використовується економіко-статистичний метод для визначення в процесі аналізу відхилення окремих показників якості від прийнятих стандартів. З його допомогою здійснюють пошук резервів підвищення якості продукції, а також оцінку діяльності окремих підрозділів, готують план заходів про відповідальність за зниження якості продукції або матеріального стимулювання за кращі якісні показники.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати тенденції управління системою раціонального природокористування та можливості міжнародної співпраці у сфері готельно-ресторанного господарства (табл. 4). Така комплексна система розвитку навчання направлена на раціональне природокористування, тобто, передбачає господарювання таким чином, щоб забезпечити самовідтворення відновних природних ресурсів, тому їх використання має бути науково обґрунтованим і

відповідним чином узгодженим з законодавством та роботою організацій, які здійснюють моніторинг за їх використанням.

Наприклад, відходи полімерного пакування тари, які повністю вийшли з ужитку, необхідно збирати й переробляти у вигляді вторинних матеріальних ресурсів – більшість з них здатна до шестиразового безпечного використання.

На початку дослідження студенти обґрунтовано визначають актуальність роботи, формують її мету і задачі; встановлюють зв'язок роботи з науковими темами, програмами, визначають можливу наукову новизну та практичне значення роботи та особистий внесок.

Концепція раціонального природокористування і національної екологічної доктрини має складові класифікації-ідентифікації: пріоритетність ідеї сталого розвитку в контексті поєднання господарської і екологічної безпеки розвитку туризму України та її регіонів; системність і комплексність підходів до стратегії розвитку системи екологічного менеджменту як якісно нової ідеології управління; визначення ієрархії у процесах розробки та реалізації стратегії розвитку; урахування усіх складових розвитку як екологічних цінностей, системи екологічного виховання й навчання.

Сучасні проблеми користування ресурсами в Україні в період війни можна визначити як руйнування природи – страждають повітря, вода, земля, рослини і тварини. Захоплення й обстріли атомних електростанцій, розміщення там техніки та підриви боєприпасів загрожують техногенною катастрофою, яка зробить території навколо непридатними для життя людини. У міжнародному праві навмисна шкода природному середовищу вважається воєнним злочином.

До товарознавчої характеристики зерна і продуктів його переробки додають класифікацію-ідентифікацію до: характеристики різновидів зернових культур; ієрархію споживних властивостей зерна та вимоги до його якості; характеристики борошна, крупів та макаронних виробів. характеристики хліба та хлібобулочних вироби.

Таблиця 3. Деякі органолептичні властивості томатних продуктів

Показник	Характеристика показника для різновидів томат-продуктів без визначення категорії		
	Томатна паста	Томатне пюре	Томатний сік
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідний гомогенний продукт зі зваженими тонко здрібненими частинками плодової м'якоті, без темних включень, залишків шкірки, насіння і інших грубих частинок плодів.	Однорідна концентрована маса від напіврідкої до більш густої консистенції, без темних включень, грубих частинок плодів. Допускаються поодинокі включення насіння і частинок шкірки.	Однорідний гомогенний продукт зі зваженими тонко здрібненими частинками плодової м'якоті, без темних включень. Допускаються поодинокі включення дробленого насіння і шкірки.
Колір	Червоний, помаранчево-червоний або малиново-червоний, рівномірний у масі. Допускаються буруватий або коричнюватий відтінки.	Червоний різних відтінків, характерний для соку з зрілих томатів, яскраво виражений	
Смак і запах	Властиві зрілим томатам, які пройшли термічну обробку, без гіркоти та інших сторонніх присмаків і запаху	Властиві зрілим томатам, які пройшли термічну обробку, менш виражені, без гіркоти та сторонніх присмаків і запаху	

Таблиця 4. Ієрархія визначення складових навчання студентів.

№	Класифікація-ідентифікація та ієрархія етапів дослідження за темою дослідження
1	Аналіз системи предметної області об'єкту: наукове обґрунтування, ієрархії та класифікації-ідентифікації різновидів дослідження. 1) огляд літератури та вибір напрямів дослідження, наприклад, визначення класифікації-ідентифікації та хімічного складу сировини, напівфабрикатів та продукції; фізико-хімічні властивості та методи виробництва 2) загальна характеристика та складові як технологія дослідження за обраними напрямками; 3) визначення методики експерименту; 4) актуальність використання відходів галузі в технології з метою інтенсифікації виробництва за рахунок процесів ресурсо- та енергозбереження..
2	Класифікація-ідентифікація сутностей та зв'язків процесів системи навчання у вигляді задач: виявлення специфічних особливостей управління асортиментом залежно від різних підходів до організації діяльності виробництва, наприклад, порівняльна характеристика зразків сировини, моделювання взаємозв'язку управління асортиментом з функціями діяльності підприємства
3	Визначення ієрархії складових процесів як можливостей подальшої комбінації кількох взаємопов'язаних заходів щодо розробки методів моніторингу основних тенденцій розвитку української мережевої торгівлі продовольчими товарами, виявлення лідерів за кількістю торговельних одиниць та уточнення стратегічного вектору їх розвитку.
4	Вибір та розробка науково-обґрунтованих технологій та методів навчання як ефективне вирішення проблеми, наприклад, обґрунтування необхідності застосування роздрібними мережами асортиментних матриць як методичного прийому щодо управління асортиментом продовольчих товарів.
5	Дослідження особливостей процесів навчання для різновидів об'єктів – методичний підхід до побудови асортиментної матриці на основі діаграми ступеня впливу харчових продуктів на рішення покупців здійснити покупку та базові прийоми розробки регламенту закупівель товарів, включених в асортиментну матрицю.
6	Розробка математичної моделі з метою вивчення процесів та їх впливу на об'єкти, встановлення сукупності параметрів для оцінки ефективності управління асортиментом продовольчих товарів із погляду цінового критерію асортиментної матриці.

Деякі відмінності між товарознавчим і комерційним підходами можна знайти в визначенні класифікації-ідентифікації асортименту продукції – послідовний розподіл множини об'єктів на окремі класи, групи та інші підрозділи за загальними для кожного рівня ознаками. Класифікація-ідентифікація товарів необхідна для обробки інформації розподілу та вивчення споживчих властивостей з визначенням якості; це також планування й облік товарообігу, удосконалення системи стандартизації товарів і їх сертифікації [1–15].

У товарознавчому підході асортимент споживчих товарів, зазвичай, поділяють на групи за місцезнаходженням і підгрупи – за охопленням різновидів товарів, за ступенем задоволення потреб і за характером потреб. Деякі автори пропонують класифікувати товари за їх призначенням, характером користування, частотою попиту, з позиції їх рівнів і властивостей, з урахуванням стабільності (стійкості) попиту, на основі принципу відповідності потребам людини тощо. Класифікація асортименту дозволяє орієнтуватися на окремі категорії і групи товарів, яким притаманні загальні ознаки, що, по-перше, значно спрощує завдання управління, а по-друге, створює оптимальні умови для вивчення і прогнозування попиту [6, 1–4, 19–22]. Порівняльна характеристика комерційного та товарознавчого підходів щодо управління асортиментом товарів у роздрібній торгівлі дозволяє зробити висновок, що загалом вони не мають істотних протиріч.

Висновки та перспективи подальшого розвитку ієрархії комплексних складових інноваційного навчання за дисципліною.

Для успішного розв'язку поставлених завдань необхідно навчально-методичне забезпечення всіх

запланованих контрольних заходів – РГЗ, контрольні роботи, питання до аналізу самостійних робіт, співпраця зі студентами інших ВНЗ при виконанні основних цілей комплексного проекту та ін.

До навчально-методичного комплексу дисципліни входять: навчальна й робоча програми дисципліни, семестрові календарні плани, опис рейтингової системи дисципліни із вказівкою на види робіт, контрольних точок, балів за кожний вид робіт, контрольні завдання для поточного й підсумкового контролю знань по дисципліні, навчально-методичні рекомендації для викладачів і студентів за критеріями, які пов'язані із проведенням контролю.

Тематика індивідуальних завдань і вимоги до їхнього змісту й оформлення пов'язані з матеріалами поточного контролю за окремими темами лекційного матеріалу дисципліни: вивчення сутності основних категорій товарознавства; набуття знань і вмій щодо аналізу асортименту товарів; набуття знань і вмій щодо контролю та оцінки якості і конкурентоспроможності товарів, кодування та маркування; вивчення властивостей найбільш важливих речовин, що входять до складу харчових продуктів, а також їх вплив на формування якості та споживчих властивостей харчових продуктів; вивчення процесів, які відбуваються в харчових продуктах при транспортуванні та зберіганні і як впливають ці процеси на зміну якості і харчову цінність продовольчих товарів.

Студентам надані різновиди лекційних та навчально-методичних матеріалів з організації самостійної роботи студентів, методичні розробки по даній дисципліні, у тому числі їх електронні версії, перелік використовуваних наочних матеріалів і технічних засобів навчання щодо контролю [1–5].

Новими методами оцінки результатів навчання є, наприклад, комплексні інноваційні проекти або завдання, які стосуються кожного студента та мають алгоритми оцінювання. Представлені можливості комплексного інноваційного навчання студентів можуть бути застосовані для різновидів галузей сучасної харчової технології з урахуванням розвитку діяльності громадської організації «Українська асоціація хімічної та харчової інженерії» – пошук та наукове обґрунтування раціональних параметрів процесів харчової та хімічної інженерії.

Велике значення у вирішенні цієї проблеми відводиться підготовці відповідної науково-технічної літератури, що пояснює схему та логіку прийняття технологічних рішень та має у своєму складі приклади, розрахунки, алгоритми дії та необхідні довідкові дані [19–30].

Список літератури

1. Орлова Є.І., Лещенко В.О., Бухкало С.І. Приклади та задачі до курсу «Загальна технологія харчових виробництв» (навч.-мет. посібник), Харків: НТУ «ХП», 2001. 140 с.
2. Бухкало С.І. Технологія основних харчових виробництв у прикладах і задачах (навч. посібник). Харків: НТУ «ХП», 2003. 184 с
3. Бухкало С.І., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., КАПУСТЕНКО П.А., ХАВИН Г.Л. Основные технологии пищевых производств и энергосбережение (навч. посібник). Харків: НТУ «ХП», 2005. 460 с.
4. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., КАПУСТЕНКО П.О., ОРЛОВА Є.І. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах [текст] підр. К.: ЦНЛ, 2005. 496 с
5. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., КАПУСТЕНКО П.О., ОРЛОВА Є.І. Харчові технології у прикладах і задачах [текст] підручник К.: ЦНЛ, 2008. 600 с.
6. Бухкало С.І., Ілюха М.Г., Лазарева Т.А. Технологічне обладнання харчової галузі (н. пос.). Х.: УПА-2009, 185 с.
7. Бухкало С.І., Лазарев М.І., Ілюха М.Г., Лазарева Т.А., Рубан Н.П., Новосельцев О.О. Процеси та апарати харчових виробництв (навч. пос.). Х.: УПА-2009, 153 с.
8. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., ЗИПУННИКОВ М.М., ОЛЬХОВСЬКА О.І. та ін. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. К.: ЦНЛ, 2013. 352 с.
9. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., КАПУСТЕНКО П.О. та ін. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах [текст] підр. К.: ЦНЛ, 2011. 832 с.
10. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (тестові завдання) [текст] підручник. – К.: ЦНЛ, 2014. – 412 с.
11. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. – К.: ЦНЛ, 2014. – 456 с.
12. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) / ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., ДЕНИСОВА А.Є., ДЕМИДОВ І.М., КАПУСТЕНКО П.О., АРСЕНЬЄВА О.П., БІЛОУС О.В., ОЛЬХОВСЬКА О.І. [текст] підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2016, 468 с.
13. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклад та тести). 2-ге вид. доп.: ч. 2. [текст] підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2018, 108 с.
14. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклад та тести з технології крохмалю). 2-ге вид. доп.: ч. 2. [текст] підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2019, 108 с.
15. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклад та тести з технології переробки плодовоовочевої сировини), 2-ге вид. доп. Ч. 3. Підр. з грифом. К.: «ЦНЛ»: 2022, 108 с.
16. Бухкало С.І., Іглін С.П., Ольховська О.І. та ін. Особливості управління розробками об'єктів інтелектуальної власності зі студентами. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХП». 208 с.
17. Бухкало С.І. Визначення загальної технології комплексних курсових проектів. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII Міжн. н-практ. конференції (MicroCAD-2019), 15–17 мая 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». С. 217.
18. Ольховська В.О., Кравченко О.С., Бухкало С.І. Складові алгоритми пошуку раціональних закономірностей роботи обладнання. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Х.: НТУ «ХП», с. 249.
19. Bukhhalo S.I., Ageicheva A.O., Iglin S.P., Hlavcheva Yu. N., Miroshnichenko N.N., Olkhovska O.I., Zipunnikov M.M., Olkhovska V.O. Innovative complex projects/2018/2019 realization in the examples and tasks/ Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2019. – № 15(1340). – С. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14
20. Zipunnikov, Mykola; Bukhhalo, Svetlana; Kotenko, Anatolii. Researching The Process Of Hydrogen Generating From Water With The Use Of The Silicon Basis Alloys. French-Ukrainian Journal of Chemistry, [S.I.], v. 7, n. 2, p. 138-144, dec. 2019. doi:http://dx.doi.org/10.17721/fujcV7I2P138-144. <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/article/view/258>.
21. Bilous, O., Sytnik, N., Bukhhalo, S., Glukhykh, V., Sabadosh, G., Natarov, V., Yarmysh, N., Zakharkiv, S., Kravchenko, T., & Mazaeva, V. (2019). Development of a food antioxidant complex of plant origin. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 6(11 (102)), 66–73. doi:http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019. 186442. <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/186442>.
22. Bilous, O., Demidov, I., & Bukhhalo, S. (2015). Developing the complex antioxidant from walnut leaves and calendula extracts. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(6), 22–26. doi:10.15587/1729-4061.2015.35995.
23. Бухкало С.І. Удосконалювання методів оцінки знань студентів вищих навчальних закладів. Вісник НТУ «ХП». Х.:, 2014. № 16. С. 3–11.
24. Бухкало С.І., Ольховська О.І., Ольховська В.О., Зіпунніков М.М. Дослідження та аналіз інноваційних заходів з технології комплексної утилізації післяспиртової барди. Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2019. – № 15(1340). – С. 66–74. doi: 10.20998/22204784.2019.15.12
25. Бухкало С.І. Можливості розвитку технологій модифікованих крохмалів. Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2019. – № 21(1346). – С. 84–93. doi: 10.20998/22204784.2019.21.13
26. Бухкало С.І. Основні складові комплексних підприємств енергетичного міксу. Вісник НТУ «ХП». 2015. № 7 (1116), с. 103–108.
27. Бухкало С.І. Комплексних інноваційні системи

- викладання дисципліни сучасні технології харчування – моделі програмування.. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 65–77.
28. Бухкало С.І., Іглін С.П., Кравченко В.О., Копейченко С.А., Назаренко М.В. Приклади та задачі комплексного викладання дисципліни харчова хімія. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 89–96.
 29. Бухкало С.І. Комплексні системи викладання дисципліни основи проектування обладнання хімічних виробництв як співпраця асоціацій EFCE та CFE-UA. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 13–22.
 30. Бухкало С.І., Земелько М.І. Дослідження комплексного впливу складових шоколадної маси на її властивості та конкурентоспроможність для різновидів галузей Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 54–64.
- References (transliterated)**
1. Orlova Є.І., Leshchenko V.O., Bukhkalov S.I. Prikhadi ta zadachi do kursu «Zagal'na tehnologija harchovih virobniectv» (navch.-met. posibnik), Kharkiv: NTU «KhPI», 2001. 140 p.
 2. Bukhkalov S.I. Tehnologija osnovnih harchovih virobniectv u prikladah i zadachah (navch. posibnik). Kharkiv: NTU «KhPI», 2003. 184 p.
 3. Bukhkalov S.I., Tovazhnjanskij L. L., Kapustenko P.A., Havin G.L. Osnovnye tehnologii pishhevih proizvodstv i jenergosberezenie (navch. posibnik). Kharkiv: NTU «KhPI», 2005. 460 p.
 4. Tovazhnjanskij L.L., Bukhkalov S.I., Kapustenko P.O., Orlova Є.І. Zagal'na tehnologija harchovih virobniectv u prikladah i zadachah [tekst] pidr. K.: CNL, 2005. 496 p.
 5. Tovazhnjanskij L.L., Bukhkalov S.I., Kapustenko P.O., Orlova Є.І. Harchovi tehnologii u prikladah i zadachah [tekst] pidruchnik K.: CNL, 2008. 600 p.
 6. Bukhkalov S.I., Iljuha M.G., Lazareva T.A. Tehnologichne obladnannja harchovoi galuzi (navch. posibnik). Kh.: UIPA-2009, 185 p.
 7. Bukhkalov S.I., Lazarev M.I., Iljuha M.G., Lazareva T.A., Ruban N.P., Novosel'cev O.O. Procesi ta aparati harchovih virobniectv (navch. posibnik). Kh.: UIPA-2009, 153 p.
 8. Tovazhnjanskij L.L., Bukhkalov S.I., Zipunnikov M.M., Ol'hovs'ka O.I. ta in. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] pidruchnik. K.: CNL, 2013. 352 p.
 9. Tovazhnjanskij L.L., Bukhkalov S.I., Kapustenko P.O. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah, pidr. K. CNL, 2011. 832 p.
 10. Bukhkalov S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (testovi zavdannja) [tekst] pidruchnik. K.: CNL, 2014. 412 p.
 11. Bukhkalov S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] pidruchnik. – K.: CNL, 2014. – 456 p.
 12. Bukhkalov S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) / Tovazhnjanskij L.L., Denisova A.Є., Demidov I.M., Kapustenko P.O., Arsen'eva O.P., Bilous O.V., Ol'hovs'ka O.I. [tekst] pidruchnik z grifom MON. Kiiv «Centr uchbovoi literaturi»: 2016, 468 p.
 13. Bukhkalov S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi). 2-ge vid. dop.: ch. 2. [tekst] pidruchnik z grifom MON. Kiiv «Centr uchbovoi literaturi»: 2018, 108 p.
 14. Bukhkalov S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologii krohmalju). 2-ge vid. dop.: ch. 2. [tekst] pidruchnik z grifom MON. K «Centr uchbovoi literaturi»: 2019, 108 p.
 15. Bukhkalov S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologii pererobki plodoovochevoi sirovini), 2-ge vid. dop. Ch. 3. Pidruchnik z grifom. K: «CNL»: 2022, 108 p.
 16. Bukhkalov S.I., Iglin S.P., Ol'hovs'ka O.I. ta in. Osoblivosti upravlinnja rozrobkami ob'ektiv intelektual'noi vlasnosti zi studentami. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej HXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16-18 travnja 2018r. Ch. II. / za red. prof. Sokola Є.І. H.:NTU «KhPI». 208 p.
 17. Bukhkalov S.I. Vznachennja zagal'noi tehnologii kompleksnih kursovih projektiv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologii, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej HHVII Mizhn. n-prakt. konferencii (MicroCAD-2019), 15–17 maja 2019 r.: u 4 ch. Ch. II. / za red. prof. Sokola Є.І. – Kharkiv: NTU «KhPI». 217 p.
 18. Ol'hovs'ka V.O., Kravchenko O.S., Bukhkalov S.I. Skladovi algoritmu poshuku racional'nih zakonmironostej roboti obladnannja. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVIII mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnja Ch. II/za red. prof. Sokola Є.І. – Kh: NTU «KhPI», p. 249.
 19. Bukhkalov S.I., Ageicheva A.O., Iglin S.P., Hlavcheva Yu. N., Miroshnichenko N.N., Olkhovska O.I., Zipunnikov M.M., Olkhovska V.O. Innovative complex projects'2018/2019 realization in the examples and tasks/ Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – № 15(1340). – p. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14
 20. Zipunnikov, Mykola; Bukhkalov, Svetlana; Kotenko, Anatolii. Researching The Process Of Hydrogen Generating From Water With The Use Of The Silicon Basis Alloys. French-Ukrainian Journal of Chemistry, [S.I.], v. 7, n. 2, p. 138–144, dec. 2019. doi:http://dx.doi.org/10.17721/fujcV7I2P138-144. http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/article/view/258).
 21. Bilous, O., Sytnik, N., Bukhkalov, S., Glukhykh, V., Sabadosh, G., Natarov, V., Yarmysh, N., Zakharkiv, S., Kravchenko, T., & Mazaeva, V. (2019). Development of a food antioxidant complex of plant origin. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 6(11 (102)), 66–73. doi:http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019. 186442. http://journals.uran.ua/eejet/article/view/186442).
 22. Bilous, O., Demidov, I., & Bukhkalov, S. (2015). Developing the complex antioxidant from walnut leafs and calendula extracts. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(6), 22–26. doi:10.15587/1729-4061.2015.35995.
 23. Bukhkalov S.I. Udoskonaljuvannja metodiv ocinki znan' studentiv vishnih navchal'nih zakladiv. Visnik NTU «KhPI». Kh.: 2014. № 16. S. 3–11.
 24. Bukhkalov S.I., Ol'hovs'ka O.I., Ol'hovs'ka V.O., Zipunnikov M.M. Doslidzhennja ta analiz innovacijnih zahodiv z tehnologii kompleksnoi utilizacii pisljaspirtovoi bardi. Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – № 15(1340), pp. 66–74. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.12
 25. Bukhkalov S.I. Mozhlivosti rozvitku tehnologii modifikovanih krohmaliv. Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – № 21(1346). – pp. 84–93. doi: 10.20998/2220-4784.2019.21.13
 26. Bukhkalov S.I. Osnovni skladovi kompleksnih pidpriemstv energetichnogo mksu. Visnik NTU «KhPI». 2015. № 7 (1116), pp. 103–108.
 27. Bukhkalov S.I. Kompleksnih innovacijni sistemi vikladannja

- disciplini suchasni tehnologii harchuvannja – modeli programuvannja.. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 65–77.
28. Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Kravchenko V.O., Kopejchenko S.A., Nazarenko M.V. Priklyadi ta zadachi kompleksnogo vkladannja disciplini harchova himija. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 89–96.
29. Bukhhalo S.I. Kompleksni sistemi vkladannja disciplini osnovi proektuvannja obladnannja himichnih virobniactv jak spivpracja asociacij EFCE ta CFE-UA. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 13–22.
30. Bukhhalo S.I., Zemel"ko M.L. Doslidzhennja kompleksnogo vplivu skladovih shokoladnoi masi na ii vlastivosti ta konkurentospromozhnist" dlja riznovidiv galuzej. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 54–64.

Надійшла (received) 19.05.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Бухкало Світлана Іванівна (Бухкало Светлана Ивановна, Bukhhalo Svetlana Ivanovna) – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1389-6921>; e-mail: bis.khr@gmail.com

Якименко-Терещенко Наталія Василівна (Якименко-Терещенко Наталья Василівна, Yakymenko-Tereshchenko Nataliia Vasiliivna) – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри туризму і готельно-ресторанного бізнесу, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: 0000-0003-2927-7989 ; e-mail: jakimenkotereshchenko@gmail.com

С. И. БУХКАЛО, Н. В. ЯКИМЕНКО-ТЕРЕЩЕНКО

ПРИМЕРЫ КОМПЛЕКСНОГО ИЗЛОЖЕНИЯ ДИСЦИПЛИН – ИННОВАЦИОННЫЕ РЕСТОРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТОВАРОВЕДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЗАКУПКАМИ

В материалах статьи рассмотрены возможности для определения целей обучения студентов ВУЗов с целью разработки дисциплин Инновационные ресторанные технологии, Товароведение и управление закупками для развития составляющих комплексных проектов. При написании статьи использован опыт преподавания дисциплин Общие технологии пищевых производств, Пищевая химия и Современные технологии питания в Национальном техническом университете «Харьковский политехнический институт» на кафедре интегрированных технологий, процессов и аппаратов 2002–2023 гг. Рассматриваемые вопросы пропущены через призму собственного творческого восприятия, что делает материал особенно ценным. Разработки проведены с применением современных высокоэффективных научно-обоснованных технологий пищевых производств, например от разновидностей анализа классификации-идентификации, общих понятий и требований к разновидностям методологии определения показателей уровня качества и их оценке через выбор алгоритмов расчетов на разных стадиях производства и применения полученных товаров.

Ключевые слова: товароведение и управление закупками, инновационные ресторанные технологии, комплексные дисциплины, научно-обоснованные методы обучения студентов, примеры моделей.

S. I. BUKHALO, N. V. YAKYMENKO-TERESHCHENKO

EXAMPLES OF COMPLEX TEACHING OF DISCIPLINES – INNOVATIVE RESTAURANT TECHNOLOGIES, COMMODITY SCIENCE AND PURCHASING MANAGEMENT

The materials of the article consider the possibilities for determining the educational goals of university students for the purpose of developing the discipline Innovative restaurant technologies, Commodity science and procurement management for the development of complex projects. When writing the article, the experience of teaching the disciplines General Food Production Technologies, Food Chemistry and Modern Food Technologies at the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" at the Department of Integrated Technologies, Processes and Devices in 2002–2023 was used. Complex systems for determining the components of the discipline determined competence and quality material, and the issues under consideration are overlooked through the prism of one's own creative perception, which makes the material especially valuable. Developments are carried out using modern highly effective science-based technologies of food production, for example, from types of classification-identification analysis, general concepts and requirements to types of methodology for determining quality indicators of the quality level and their evaluation through the selection of calculation algorithms at various stages of production and use of the obtained goods.

Keywords: commodity science and procurement management, innovative restaurant technologies, complex disciplines, scientifically based methods of teaching students, definition of example models.

S. I. BUKHKALO, A. O. AGEICHEVA, I. V. ROZHENKO, S. O. SHKIL

INNOVATIVE LEARNING METHODS DURING SEMINAR CLASSES AT HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

The importance of teaching students a foreign language by innovating study methods is investigated. It is being set that it is necessary to strengthen the communicative component when teaching a foreign language as a foreign language. The usage of cases in classes are investigated. It is studied that classic case promotes the development of independent decision-making skills, the second purpose of working with the case in the classroom is a communicative practice. It is described possible cases and presents the development of the proposed concept in the article. Case study technology for the formation of critical thinking skills is described in the article. It was determined that the systematic use of the case study method in the study of the English language makes it possible to effectively form critical thinking skills. The use of various methods and techniques of active learning arouses students' interest in the educational and cognitive activity itself, which enables creating an atmosphere of motivated, creative learning and at the same time solving a whole range of educational, educational, developmental tasks.

Key words: case studies, foreign language, communication, innovative teaching methods.

Introduction. Higher education in Ukraine plays a priority role. The development of higher education should be aimed at improving the quality of specialist training, giving everyone the opportunity to choose a future specialty independently. To solve this problem, it is necessary to introduce innovative teaching methods. Innovative methods are designed to activate the learning process of students. Innovative teaching methods occupy the main place in the modern period. In any case, the method is a way of organizing the joint activities of a teacher and a student aimed at optimal use of the opportunities available to each of the parties to achieve educational goals.

With the development of computer technologies, innovations have spread widely into social life: science, education, culture, politics. Introduction of innovative technologies into the educational process. Effective for the modernization of higher education is the introduction of innovative teaching methods into the educational process. The problems of innovative technologies and methods in modern higher education are urgent, because the tendency to humanize the content of technical education has intensified, and as a result, there is a need for scientific and pedagogical staff who would be able to provide an innovative approach to the implementation of these trends in the educational process.

Identification of previously unsolved parts of the overall problem. It is significant that teachers had the opportunity to create and implement their own innovative methods. All these changes intensified the need to update and improve the educational environment of the university. Undoubtedly, the system of higher education is important, the main goal of which is the formation of a competitive, highly qualified specialist with competencies that meet modern requirements.

The use of the case method in teaching students can contribute to the formation of positive motivation for learning, increasing cognitive activity, active involvement of students in the educational process, stimulation of independent activity, development of creative abilities and non-standard thinking. The problems of the case study method were dealt with by such researchers as S. Gass, L. Selinker, A. L. George, E.

Bennett, M. and other scientists who have made great contribution in this field. However, the problem of effective use of cases in the university education continues to remain open. D. Halpern and others considered critical thinking in their works. In this regard, our research is aimed at developing a set of exercises based on the case study method that form critical thinking skills. Thus, the relevance of this study is determined by the need to develop effective foreign language exercises for the formation of critical thinking skills in students of a classical university. The effectiveness of teaching students critical thinking depends on the choice of means supporting their interest in the activity being performed. Also, the relevance of the research is related to insufficient knowledge of the problem of choosing the most effective methods of teaching a foreign language using a case study at the level of higher education. The following methods of theoretical research were used in the work: analysis of methodical and psychological-pedagogical literature regarding the description of the specifics of the case methodology and psychological characteristics of students, generalization of information about the principles and regularities of critical thinking. The following methods of practical research were used: an experiment, with the help of which case-based exercises were implemented, a check of the level of formation of critical thinking skills, as well as methods of statistical data processing (graphic presentation of research results).

The main goals of this article are:

The use of innovative methods of forming critical thinking skills during professional training

- 1) analyze the definitions and main characteristics of the case study method;
- 2) describe the main advantages of the case method as an active method of learning a foreign language;
- 3) describe the principles and regularities of critical thinking;
- 4) analyze the main psychological and pedagogical characteristics of students learning abilities;
- 5) describe the main principles of the technology of using the case-study method in teaching;

© Bukhkalov S.I., Ageicheva A.O., Rozhenko L.V., Shkil S.O., 2023

The main part. Pedagogical science analyzes innovative teaching methods aimed at effective assimilation of knowledge by students, development of their intelligence, acquisition of skills and abilities, experience of self-education, scientific work, acquisition of qualities that contribute to creative self-realization. The teacher is the driver of innovative activity. A creative teacher experiments to create an effective teaching method, adjusts it, improves it, and offers new methods. The main condition for such activity is the innovative potential of the teacher. For example, non-standard classes that interest all students and contribute to intellectual development are of great importance for the training of future specialists.

Non-standard classes stimulate the student's cognitive independence, creative activity and initiative. Therefore, the use of innovative methods in the educational process of higher education institutions creates conditions for the effective self-realization of the

personality of the future technical specialist. To a large extent, it depends on the pedagogical skill of the teacher of the technical university, on the manifestation of his tolerance in the educational process. The case-stage method (from the English "case" — case, situation) is an active learning method based on a group analysis of a situation (case) and a proposal for its solution in specific conditions. The English term "case study" does not have an exact translation into Russian. Russian-language analogues are mainly used: case study, case method, case method, learning by practical examples, case method, situational training. The case method has the following didactic properties. As material, students are offered a case (situation) with an unsolved problem. The case has a clear structure, which consists of a problem situation, questions and tasks for discussion, as well as appendices with additional information (Table 1, Figs. 1, 2). Several students can participate in the discussion of the situation at the same time [1].

Table 1. The most common models components of problem situations according to examples and learning tasks

№	Innovation examples and tasks component models characteristics
1	Scientific justification and definition, as a rule, of the spatial and temporal features in which the selected experimental model worked, the main components that are considered essential for the general functioning
2	Determination of the main components, which are considered essential for the general functioning of the modern technological system of education based on examples and tasks of experimental models of the industry.
3	Determination of auxiliary components, which are considered essential for the general functioning of the technological system of learning based on examples and tasks of experimental models of the industry.
4	Determination of the scientific substantiation of the problem in extraordinary (critical or borderline) conditions and situations and establishing its limits based on examples and tasks of experimental models of the industry.
5	Methodology and analysis of opportunities in emergency (critical or borderline) conditions and situations - familiarization with theoretical information and experimental problems of innovative technology.
6	Methodology and analysis of possibilities in extraordinary (critical or borderline) conditions and situations - familiarization with experimental characteristics, properties for the purpose of definition and analysis of mathematical models
7	Determining the scientific basis of the problem and establishing its limits according to the algorithms of a specific example, task or study.
8	Methodology and analysis of possibilities available for testing hypotheses or a series of hypotheses of scientific research or task performance.
9	Analysis of the obtained possibilities of calculations in emergency conditions and survival situations and drawing conclusions based on the obtained results.
10	Determination of conclusions and prospects for the further development of various branches based on the analysis of the obtained research opportunities and calculations in emergency conditions and survival situations based on the obtained results.

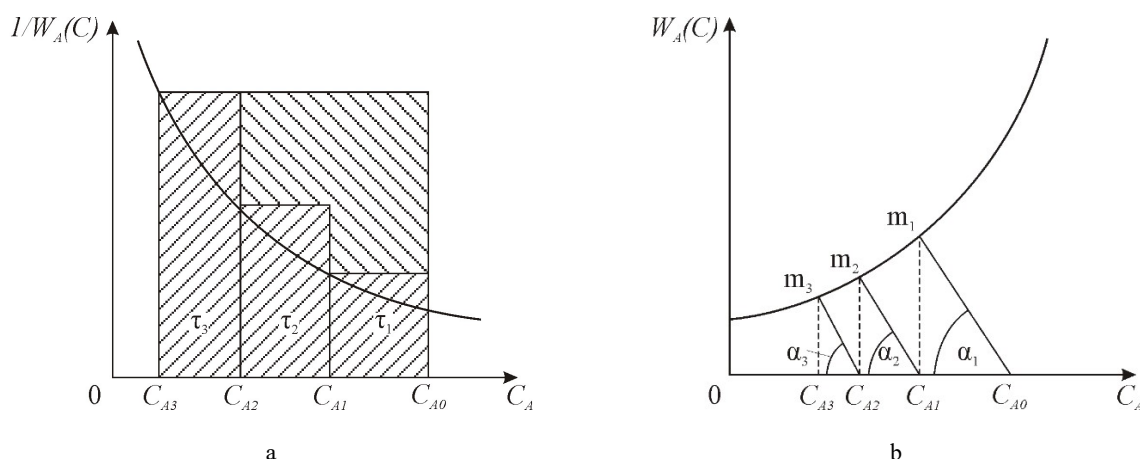


Fig. 1. Presence of reagents (a) and the number of reactors graphical methods duration calculating (b) in the cascade

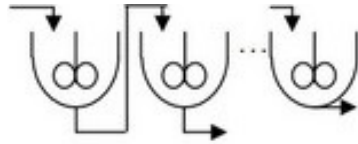


Fig. 2. Ideal mixing reactors in the cascade scheme

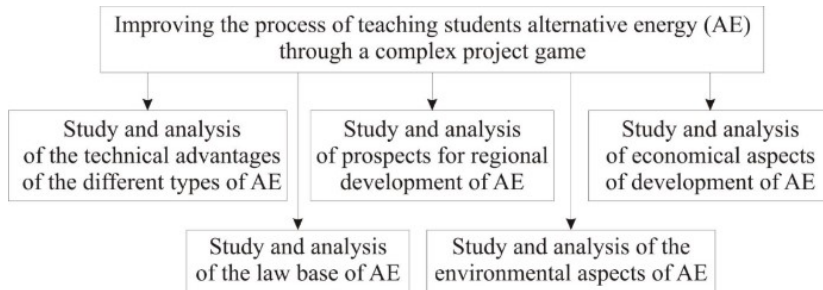


Fig. 3. Students' education peculiarities determination according to alternative energy AE characteristics

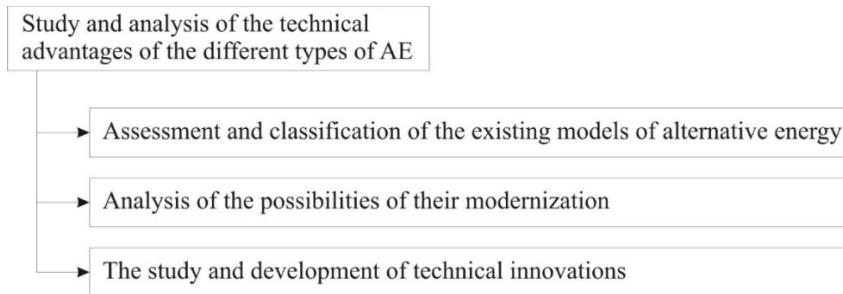


Fig. 4. Training students algorithm according to alternative energy AE characteristics

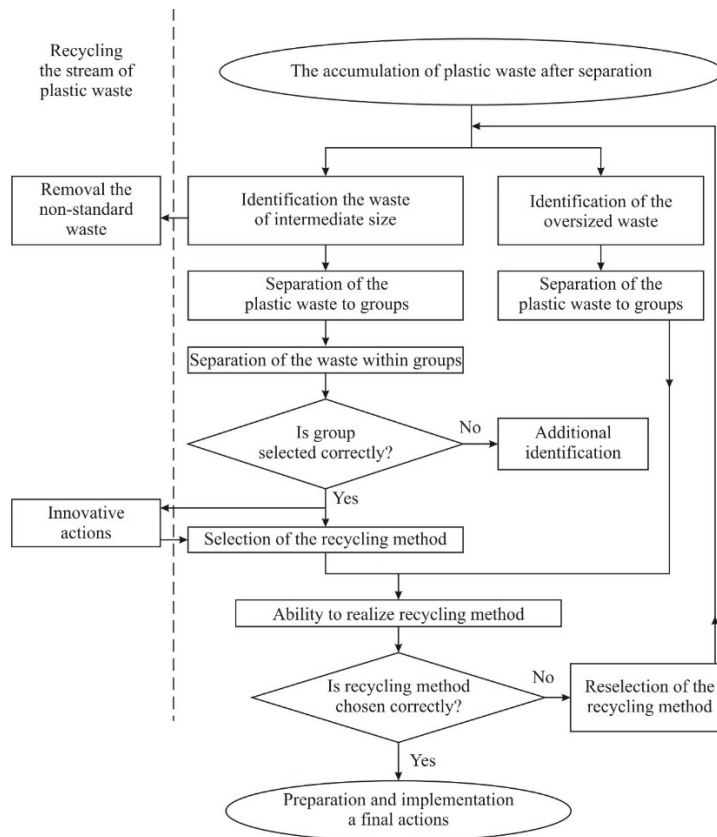


Fig. 5. Algorithm for determining students' learning peculiarities by characteristics

The case study method is a method of active analysis of a problem situation, based on training by solving specific situational tasks. The essence of the case study method: students, divided into groups, must analyze the situation and develop a practical solution; the completion of the process is the evaluation of the proposed algorithms (Fig. 3 – Fig. 5) and their discussion within the framework of a general discussion in the context of the given problem

For the first time, the case method was applied in the educational process in 1870 at Harvard Law School by the Dean of the Faculty of Law, Professor of Law Christopher Columbus Langdell. "Using the Socratic method (question-answer), developing the method of trial and error, he offered students to work with primary sources. Instead of traditional lectures, students considered and discussed real life situations. Cases are offered in the classical sense, where the case represents a real-life problem situation that students must solve based on existing knowledge, practical experience, and intuition. Since any situation has several solutions, there is a discussion of all possible solutions [2]. When studying a foreign case, it can be used quite widely. When solving a problematic case task, the ability to listen, take into account an alternative point of view, and express one's own developing orientation and adaptation in a new language environment, being alone in real situations. Using this method students who quickly adapt have the opportunity to be ready to work in a team, to find the most rational solution. Analytical and communicative abilities are formed and developed, research activities are conducted. Naturally, situational analysis will be used both for professional training and for everyday society. Cases can be offered in various forms. The main thing is that the information presented in the case has a clear and accessible structure with acceptable and understandable definitions and accurate data. An individual approach in choosing a topic and what is relevant for this group of students is important. You should pay attention to the features of this team. Information is selected that is relevant and acceptable for a given, specific group of students, taking into account national traditions and peculiarities of mentality. Unlike traditional teaching methods, when student participation in the learning process is limited, the case method is an active learning method and requires the student's active participation in the lesson [3]. Some teachers avoid using the case study method because there is a change of roles: the teacher does not have a dominant role, but becomes the coordinator of the lesson.

It is very important that the case is well prepared. In advance, so that each student knows what his role is. It is not enough to simply give a student a practical example and expect them to understand how to use. This mistake is often missed by teachers who are not familiar with the case method. This method requires intensive preparation of students before the start of each lesson. The practical part of training consists in the fact that the developed set of exercises based on the case study method can be used in the educational process at universities. The

preparatory stage is familiarization and demonstration. It contains the teacher's instructions and recommendations for analyzing the case. [3, 4].

The second stage is the most extensive, it involves a direct analysis of the case, during which students look for a way out of specific situations [5].

First, there is individual training of students, then a small discussion in mini-groups of the results of individual research activities. This is followed by a discussion with the whole group or class. The final step is students' reflection, their self-evaluation of their activities. And, finally, the teacher evaluates the performance of students.

The teacher and the student have the same information, but their roles are different. It is very important that the case is well prepared in advance so that each student knows what his role is. It is not enough to simply give a student a practical example and expect them to understand how to use it. This mistake is often missed by teachers who are not familiar with the case method. This method requires intensive preparation of students before each lesson.

When choosing a case, the teacher must define clear learning goals. It is necessary to be well aware of the age and individual characteristics of students, and it is also necessary to understand how the concepts of the case fit into the general course of study. The teacher should be guided by the following algorithm of actions.

1. The teacher should read the case carefully with his students or ask his students to provide background information in a visual form.

2. Students should be given some information about how they should analyze the case (read the case several times, identify the main problems, set goals, identify solutions, choose the best solution, understand how it should be implemented, make an action plan to implement the chosen solution).

3. Before proceeding to the analysis of the case, it is necessary to first eliminate grammatical and lexical difficulties so that students feel confident in the discussion.

The teacher should create a favorable friendly atmosphere for discussion, and the students should have a certain level of trust in each other. Teachers must ask thoughtful questions. The first question asked by the teacher is decisive. The main task is to encourage students to think thoughtfully. Don't start with too easy or trick questions.

The developed case will be effective only under the condition of genre, methodological and scientific research. The case method can be used not only in regular lessons to consolidate the material, but also when testing knowledge. For example, a case can be distributed to students before an exam or assessment. In this case, students will present the case solution as a performance report. The case can also be used in the exam itself, then the student will receive the case in the ticket and must pass the analysis of this situation. The advantage of the method is complete immersion in the situation and one's roles. During the lesson, students do

not sit in a row, the desks are rearranged in such a way as to represent a U-shaped seating arrangement of students. The open part should face the board. This arrangement allows all students to see each other and the teacher. Interactions between students, as well as between students and the teacher, are constructive and positive. Such interaction contributes to the improvement of analytical, communicative and interpersonal skills of students, as mentioned above, which is undoubtedly a plus. The teacher asks the class random questions about the case or about an individual student's point of view. If a student develops a new understanding of a problem, they are usually encouraged to share it with the class.

The degree of participation in the discussion is not the only criterion in the evaluation - the quality of participation is also an important criterion. The assessment takes into account the quality, degree of participation and contribution to the work in groups, types of problems identified, questions asked, solutions proposed, presentations made, written examples (logical sequence and structuring of content, language and presentation, quality analysis and recommendations). If a written case analysis is required, the student must ensure that the analysis is properly structured. The instructor can provide specific guidance on the structure of the analysis. However, when submitting an analysis, the student must ensure that it is accurate and free of factual, linguistic, and grammatical errors. In fact, this is a requirement for any paper a student submits. As already mentioned, with the help of this method, students have the opportunity to demonstrate and improve analytical and evaluation skills, learn to work in a team to find the most effective solution to a problem. The teacher should lead the discussion of the case. Students are expected to participate in the discussion and express their views. During the discussion, while the student is expressing his point of view, others can ask him questions or challenge his point of view. Another advantage of the method is complete immersion in the situation and one's roles. During the lesson, students do not sit in a row, the desks are rearranged in such a way as to represent a U-shaped seating arrangement of students. The open part should face the board. This arrangement allows all students to see each other and the teacher. Interactions between students, as well as between students and the teacher, are constructive and positive. Such interaction contributes to the improvement of analytical, communicative and interpersonal skills of students, as mentioned above, which is undoubtedly a plus. The teacher asks the class random questions about the case or about an individual student's point of view. If a student develops a new understanding of a problem, they are usually encouraged to share it with the class. The degree of participation in the discussion is not the only evaluation criterion - the quality of participation is also an important criterion. The assessment takes into account the quality, degree of participation and contribution to the work in groups, types of problems identified, questions asked, solutions proposed, presentations made, written examples (logical sequence and structuring of content, language and

presentation, quality analysis and recommendations). If a written case analysis is required, the student must ensure that the analysis is properly structured. The instructor can provide specific guidance on the structure of the analysis. However, when submitting an analysis, the student must ensure that it is accurate and free of factual, linguistic, and grammatical errors. In fact, this is a requirement for any paper a student submits. As already mentioned, with the help of this method, students have the opportunity to demonstrate and improve analytical and evaluation skills, learn to work in a team to find the most effective solution to a problem. However, the introduction of innovative teaching methods in higher education includes many elements. At the same time, the forms of using information technologies for each element of the educational process will have their own characteristics. An essential feature of innovative teaching methods is the possibility, in addition to classroom classes, with appropriate support, to acquire basic knowledge through independent work of students with educational material. In this case, in addition to traditional educational materials (textbooks, study guides, etc.), an electronic form of educational information content can be used. The main advantages of the electronic form of the content of educational information for independent work of students are compactness, great expressive possibilities of educational material, interactivity. All this contributes to the creation and active use of educational multimedia technologies and educational resources on the Internet. The quality and degree of assimilation of educational material are growing significantly. In addition to creating a rich educational environment, the teacher, having the opportunity to draw conclusions and ideas for further research

Thus, summing up, it can be noted that innovative methods of teaching students are based on active methods that contribute to the formation of a creative, innovative approach to understanding professional activity, the development of independent thinking, the ability to make optimal decisions in a specific situation.

The use of innovative methods in professionally oriented training is a necessary condition for the training of highly qualified specialists.

The use of various methods and techniques of active learning arouses students' interest in the educational and cognitive activity itself, which makes it possible to create an atmosphere of motivated, creative learning and at the same time to solve a whole set of educational, educational, developmental tasks. Reducing the time for information reproduction, it can be spent much more time to explain the material [20, 21].

Conclusions and ideas for further investigation.

Thus, summing up, it can be noted that innovative methods of teaching students are based on active methods that help form a creative, innovative approach to understanding professional activity, develop independent thinking, the ability to make optimal decisions in a particular situation. As practice shows, the use of innovative methods in professionally oriented education is a necessary condition for highly qualified specialists training. The use of various methods and techniques of active learning arouses students' interest in the educational

and cognitive activity itself, which enables creating an atmosphere of motivated, creative learning and at the same time

solving a whole range of educational, educational, developmental tasks.

Список літератури

- Binytska, K., Buchkivska, G., & Kokieli, A. (2020). Requirements for system of professional competencies of English teacher in EU countries. *Continuing Professional Education Theory and Practice (Series: Pedagogical Sciences)*, 2 (63), 85-90. DOI: 10.28925/1609-8595.2020.2.122.
- Loewen, S., Li, S., Fei, F., Thompson, A., Nakatsukasa, K., Seongmee, A., & Xiaoqing, C. (2009). Second language learners beliefs about grammar instruction and error correction. *The Modern Language Journal*, 93(1), 91-104.
- TESOL International Association. Standards for the Recognition of Initial TESOL Program in P-12 ESL Teacher Education.
- British Council. Vocabulary. Level Advanced. – URL: <https://learnenglish.britishcouncil.org/vocabulary>
- English Language Teaching; Vol. 14, No. 11; 2021 ISSN 1916-4742 E-ISSN 1916-4750 Published by Canadian Center of Science and Education
- Fei, X., & Derakhshan, A. (2021). A conceptual review of positive teacher interpersonal communication behaviors in the instructional context. *Frontiers in psychology*, 12, 2623. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.708490>
- Бухкало С.І. Деякі концепції сталого розвитку України Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 172.
- Бухкало С.І. Основні властивості плівкового полімерного покриття геліоколекторів. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 173.
- Бухкало С.І. Синергетичні моделі утилізації-модифікації полімерної частки ТПВ. *Вісник НТУ «ХП»*. – Х.: НТУ «ХП», 2017. – № 41 (1263), С. 17–27.
- Bukhhalo S.I J.J. Klemeš, L.L. Tovazhnyanskyu, O.P. Arsenyeva, P.O. Kapustenko, O.Yu. Perevertaylenko. Eco-friendly synergetic processes of municipal solid waste polymer utilization. *CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS. VOL. 70, 2018, pp. 2047–2052*
- Говоров П.П., Бухкало С.І., Кіндінова А.К., Говорова К.В. Загальні закономірності системи бактерицидних установок знезараження води. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Х.: НТУ «ХП», с. 181.
- Калініченко Д.В., Бухкало С.І., Мірошніченко Н.М. та ін. Описовий алгоритм процесів кристалізації цукру. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 207.
- Мальцева А.О., Бухкало С.І., Іглін С.П., та ін. Загальні умови процесів кристалізації цукру. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Х.: НТУ «ХП», с. 233.
- Ольховська В.О., Кравченко О.С., Бухкало С.І. Складові алгоритму пошуку раціональних закономірностей роботи обладнання. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II./за ред. Сокола Є.І. – Х.: НТУ «ХП», с. 249.
- Агейчева А.О., Агейчева О.О. Можливі причини зниження фільтраційних характеристик привибійної зони пласта. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 150.
- Kapustenko P., Klemeš J.J., Arsenyeva O., Fedorenko O., Kusakov S., Bukhhalo S. The Utilisation of Waste Heat from Exhaust Gases after Drying Process in Plate Heat Exchanger. *Chemical Engineering Transactions*, 81, 589-594. DOI:10.3303/CET2081099
- Бухкало С.І., Агейчева А. О., Агейчева О. О., Бабаш Л. В., Пшичкіна Н. Г. Методичні аспекти реформування дистанційного навчання в системі вищої освіти. *Вісник НТУ «ХП»*. – Х.: НТУ «ХП», 2020. – № 5(1359). – С. 3–10. DOI: 10.20998/2220-4784.2020.05.01
- Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклад та тести). 2-ге вид. доп.: ч. 2. [текст] підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2018, 108 с.
- Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклад та тести з технології крохмалю). 2-ге вид. доп.: ч. 2. [текст] підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2019, 108 с.
- Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклад та тести з технології переробки плодоовочевої сировини), 2-ге вид. доп. Ч. 3. Підр. з грифом. К: «ЦНЛ»: 2022, 108 с.
- Hutchins J. у Н. Somers: *An Introduction to Machine Translation*. London : Academic Press, 1992.
- Lagoudaki E. The Value of Machine Translation for the Pro-fessional Translator. *AMTA-2008. MT at work: Proceedings of the Eighth Conference of the Association for Machine Translation in the Americas*, Waikiki, Hawaii, 21–25 October, p. 262–269.
- Martin Kay. *The Proper Place of Men and Machines in Language Translation*. *Machine Translation 12: 3–23, 1997. 9. Proceedings of the Eighth Conference of the Association for Machine Translation in the Americas*, Waikiki.
- S. Bukhhalo. The system and models of complex treatment of industrial effluents. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: у 5 ч. Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 170.
- Yunker J. *Beyond Borders. Web Globalization Strategies / John Yunker*. Boston ; Indianapolis; London; New York; San Francisco : New Riders, 2003. 552 p.
- Zetsche J. *Machine Translation Revisited*. *Translation Journal*. Volume 11, No. 1, January, 2007.
- Бухкало С.І., Іглін С.П., Ольховська О.І., Ольховська В.О. та ін. Приклад постановки задачі експерименту Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: у 5 ч. Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 171.

28. Бухкало С.І. Комплексні інноваційні системи викладання дисципліни сучасні технології харчування – моделі програмування. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 65–77.
29. Бухкало С.І., Іглін С.П., Кравченко В.О., Копейченко С.А., Назаренко М.В. Приклади та задачі комплексного викладання дисципліни харчова хімія. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 89–96.
30. Бухкало С.І. Комплексні системи викладання дисципліни основи проектування обладнання хімічних виробництв як співпраця асоціацій EFCE та CFE-UA. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 13–22.
31. Бухкало С.І., Земелько М.І. Дослідження комплексного впливу складових шоколадної маси на її властивості та конкурентоспроможність для різновидів галузей Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 54–64.
12. Kalinichenko D.V., Bukhhalo S.I., Miroshny'chenko N.M. ta in. Opy'sov'y'j algory'tm procesiv kry'stalizaciyi czukru. Informacijni tehnologiyi: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy' dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-prakty'chnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II/za red. prof. Sokola Ye.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 207.
13. Mal'ceva A.O., Bukhhalo S.I., Iglin S.P., ta in. Zagal'ni umovy' procesiv kry'stalizaciyi czukru. Informacijni tehnologiyi: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy' dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-prakty'chnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II/za red. prof. Sokola Ye.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 233.
14. Ol'xov's'ka V.O., Kravchenko O.S., Bukhhalo S.I. Skladovi algory'tmu poshuku racional'ny'x zakonmirmostej roboty' obladnannya. Informacijni tehnologiyi: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy' dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-prakty'chnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II/za red. prof. Sokola Ye.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 249.
15. Agejcheva A.O., Agejcheva O.O. Mozhly'vi pry'chy'ny' zny' zhennya fil'tracijn'y' x xaraktery'sty'k pry'vy'bijnoyi zony' plasta. Informacijni tehnologiyi: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy' dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-prakty'chnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II/za red. prof. Sokola Ye.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 150.
16. Kapustenko P., Klemeš J.J., Arsenyeva O., Fedorenko O., Kusakov S., Bukhhalo S. The Utilisation of Waste Heat from Exhaust Gases after Drying Process in Plate Heat Exchanger. Chemical Engineering Transactions, 81, 589-594. DOI:10.3303/CET2081099
17. Bukhhalo S.I., Agejcheva A. O., Agejcheva O. O., Babash L. V., Pshy'chikina N. G. Metody'chni aspekty' reformuvannya dy'stancijnogo navchannya v sy'stemi vy'shhoyi osvity'. Visny'k NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2020. – No. 5(1359). – pp. 3–10. DOI: 10.20998/2220-4784.2020.05.01
18. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoï promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi). 2-ge vid. dop.: ch. 2. [tekst] pidruchnik z grifom MON. Kiïv «Centr uchbovoï literatury»: 2018, 108 p.
19. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoï promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologiiï krohmalyu). 2-ge vid. dop.: ch. 2. [tekst] pidruchnik z grifom MON. K «Centr uchbovoï literatury»: 2019, 108 p.
20. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoï promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologiiï pererobki plodoovochevoï siroviny), 2-ge vid. dop. Ch. 3. Pidruchnik z grifom. K: «CNL»: 2022, 108 p.
21. Hutchins J. y H. Somers: An Introduction to Machine Translation. London : Academic Press, 1992.
22. Lagoudaki E. The Value of Machine Translation for the Pro-fessional Translator. AMTA-2008. MT at work: Proceedings of the Eighth Conference of the Association for Machine Translation in the Americas, Waikiki, Hawaii, 21–25 October, p. 262–269.
23. Martin Kay. The Proper Place of Men and Machines in Language Translation. Machine Translation 12: 3–23, 1997. Proceedings of the Eighth Conference of the Association for Machine Translation in the Americas, Waikiki.
24. S. Bukhhalo. The system and models of complex treatment of industrial effluents. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, Ч. II/ Ч. II/za red. prof. Sokola Ye.I. – Kh: NTU «KhPI», p.170.
25. Yunker J. Beyond Borders. Web Globalization Strategies / John Yunker. Boston ; Indianapolis; London; New York; San Francisco : New Riders, 2003. 552 p.

Bibliography (transliterated)

1. Binytska, K., Buchkivska, G., & Kokieli, A. (2020). Requirements for system of profession-al competencies of English teacher in EU countries. Continuing Professional Education Theory and Practice (Series: Pedagogical Sciences), 2 (63), 85-90. DOI: 10.28925/1609-8595.2020.2.122.
2. Loewen, S., Li, S., Fei, F., Thompson, A., Nakatsukasa, K., Seongmee, A., & Xiaoqing, C. (2009). Second language learners beliefs about grammar instruction and error correction. The Modern Language Journal, 93(1), 91-104.
3. TESOL International Association. Standards for the Recognition of Initial TESOL Program in P-12 ESL Teacher Education.
4. British Council. Vocabulary. Level Advanced. – URL: <https://learnenglish.britishcouncil.org/vocabulary>
5. English Language Teaching; Vol. 14, No. 11; 2021 ISSN 1916-4742 E-ISSN 1916-4750 Published by Canadian Center of Science and Education
6. Fei, X., & Derakhshan, A. (2021). A conceptual review of positive teacher interpersonal communication behaviors in the instructional context. Frontiers in psychology, 12, 2623. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.708490>
7. Bukhhalo S.I. Deyaki koncepciyi stalogo rozvy'tku ukrayiny' Informacijni tehnologiyi: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy' dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-prakty'chnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II/za red. prof. Sokola Ye.I. – Kharkiv: NTU KhPI», p. 172.
8. Bukhhalo S.I. Osnovni vlasty'vosti plivkovogo polimernogo pokry'ttya geliokolektoriv. Informacijni tehnologiyi: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy' dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-prakty'chnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II/za red. prof. Sokola Ye.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 173.
9. Bukhhalo S.I. Synergetic processes of utilization-modification for polymer part of municipal solid waste. Bulletin of NTU KhPI, Kharkiv, 2017, 41 (1263), 17 – 27.
10. Bukhhalo S.I J.J. Klemeš, L.L. Tovazhnyanskyu, O.P. Arsenyeva, P.O. Kapustenko, O.Yu. Perevertaylenko. Eco-friendly synergetic processes of municipal solid waste polymer utilization. CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS. VOL. 70, 2018, pp. 2047–2052.
11. Govorov P.P., Bukhhalo S.I., Kindinova A.K., Govorova K.V. Zagal'ni zakonmirmosti sy'stemy' baktery'cy'dny'x ustanovok znezarazhennya vody'. Informacijni tehnologiyi: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy' dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-prakty'chnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II/za red. prof. Sokola Ye.I. – Kh.: NTU «KhPI», p. 181.

26. Zetzsche J. Machine Translation Revisited. Translation Journal. Volume 11, No. 1, January, 2007.
27. Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Ol'xovs'ka O.I., Ol'xovs'ka V.O. ta in. Pry'klad postanovky' zadachi eksperymentu Informacijni tehnologiyi: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy' dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-prakty'chnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: u 5 ch. Ch. II./za red. prof. Sokola Ye.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 171.
28. Bukhhalo S.I. Kompleksni innovacijni sistemi vkladannja disciplini suchasni tehnologii harchuvannja – modeli programuvannja.. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 65–77
29. Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Kravchenko V.O., Kopejchenko C.A., Nazarenko M.V. Prikladi ta zadachi kompleksnogo vkladannja disciplini harchova himija. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 89–96.
30. Bukhhalo S.I. Kompleksni sistemi vkladannja disciplini osnovi proektuvannja obladdannja himichnih virobnictv jak spivpracija asociacij EFCE ta CFE-UA. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 13-22.
31. Bukhhalo S.I., Zemel'ko M.L. Doslidzhennja kompleksnogo vplivu skladovih shokoladnoi masi na ii vlastivosti ta konkurentospromozhnist' dlja riznovidiv galuzej. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 54–64.

Надійшла (received) 19.06.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Бухкало Світлана Іванівна (Бухкало Светлана Ивановна, Bukhhalo Svitlana Ivanovna) – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1389-6921>; e-mail: bis.khr@gmail.com

Агейчева Анна Олександрівна (Агейчева Анна Александровна, Ageicheva Anna Oleksandrivna) – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри загального мовознавства та іноземних мов, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2184-8820>; e-mail: ageicheva@ukr.net

Роженко Інеса Віталіївна (Роженко Инеса Витальевна, Rozhenko Inesa Vitaliivna) викладач кафедри іноземних мов з латинською та медичною термінологією Полтавський державний медичний університет, м. Полтава, Україна. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8334-5087> e-mail ageicheva@ukr.net

Шкіль Світлана Олександрівна (Шкіль Светлана Александровна, Shkil Svitlana Oleksandrivna) – завідувач бурового відділення, Полтавський фаховий коледж нафти і газу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6108-7599> ageicheva@ukr.net

С. І. БУХКАЛО, А. О. АГЕЙЧЕВА, І. В. РОЖЕНКО, С. О. ШКІЛЬ

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ ПІД ЧАС СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті обґрунтовується важливість навчання студентів іноземної мови інноваційними методиками. Встановлено, що при навчанні іноземної мови як іноземної необхідно посилювати комунікативну складову. Досліджено використання кейсів на заняттях. Вивчено, що класичний кейс сприяє розвитку навичок самостійного прийняття рішень, другою метою роботи з кейсом на занятті є комунікативна практика. У статті описано можливі випадки та представлено розвиток запропонованої концепції. У статті описано технологію кейс-стаді для формування навичок критичного мислення. Встановлено, що системне використання методу кейс-стаді при вивченні англійської мови дає змогу ефективно формувати навички критичного мислення.

Ключові слова: кейси, іноземна мова, комунікація, інноваційні методи навчання.

С. И. БУХКАЛО, А. А. АГЕЙЧЕВА, И. В. РОЖЕНКО, С. А. ШКИЛЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ВО ВРЕМЯ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ В ЗАВЕДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье обосновывается важность обучения студентов иностранному языку по инновационным методикам. Установлено, что при обучении иностранному языку как иностранному необходимо усиливать коммуникативную составляющую. Исследовано использование кейсов на занятиях. Изучено, что классический кейс способствует развитию навыков самостоятельного принятия решений, вторая цель работы с кейсом на занятии – коммуникативная практика. В статье описаны возможные случаи и представлено развитие предложенной концепции. В статье описана технология кейс-стадии для формирования навыков критического мышления. Установлено, что системное использование метода кейс-стадии при изучении английского языка позволяет эффективно формировать навыки критического мышления.

Ключевые слова: тематические исследования, иностранный язык, общение, инновационные методы обучения.

O. P. PRISHCHENKO, T. T. CHERNOGOR

CONSTRUCTION OF STATISTICAL MODELS OF CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL OBJECTS ON THE BASIS OF A COMPLETE FACTOR EXPERIMENT

The article deals with the construction of a mathematical model of the process, which is created based on the results of a full factorial experiment. Often, only the results of experimental studies carried out at such objects are the information, based on the processing of which, according to the obtained mathematical model of the object, a high-quality control algorithm for this object can be implemented. At the same time, the construction of a mathematical model that describes the technological process with the required accuracy often involves a huge amount of work at the stage of experiments. The task of planning experiments is to establish the minimum required number of them and the conditions for their implementation, to choose methods for mathematical processing of the results, and to make decisions. Designing experiments significantly reduces the number of experiments required to obtain a process model. An active experiment involves a purposeful choice of factor values. Compared to a passive experiment, such an experiment turns out to be more efficient and economical, since the amount of experimental work is significantly reduced. In this article, in relation to chemical technology, the issues of organizing an experiment, mathematical processing of experimental data and mathematical planning of an experiment in the search for optimal conditions for conducting a technological process are described. Mathematical modeling and optimization of chemical technology objects is of great importance for obtaining higher professional education for students of the Educational and Scientific Institute of Chemical Technology and Engineering.

Keywords: experiment planning, mathematical model, active experiment, chemical technology, technological process, full factorial experiment, adequacy check.

O. П. ПРИЩЕНКО, Т. Т. ЧЕРНОГОР

ПОБУДУВА СТАТИСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ПОВНОГО ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

У статті розглядається побудова математичної моделі процесу, що створюється за наслідками повного факторного експерименту. Найчастіше лише результати експериментальних досліджень, які проводяться на таких об'єктах, є тією інформацією, на підставі обробки якої за отриманою математичною моделлю об'єкта може бути реалізований якісний алгоритм управління цим об'єктом. У той самий час побудова математичної моделі, що описує технологічний процес із необхідною точністю, найчастіше пов'язані з величезним обсягом роботи у стадії проведення експериментів. Завдання планування експериментів полягає у встановленні мінімально необхідної їх кількості та умов їх проведення, у виборі методів математичної обробки результатів та у прийнятті рішень. Планування експериментів значно скорочує їх кількість, необхідне отримання моделі процесу. Активний експеримент передбачає цілеспрямований вибір значень факторів. Порівняно з пасивним експериментом такий експеримент виявляється більш ефективним та економічним, оскільки значно скорочується обсяг експериментальної роботи. У цій статті викладено стосовно хімічної технології питання організації експерименту, математичної обробки експериментальних даних та математичного планування експерименту при пошуку оптимальних умов проведення технологічного процесу. Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології має велике значення для здобуття вищої професійної освіти для студентів Навчально-наукового інституту хімічних технологій та інженерії.

Ключові слова: планування експерименту, математична модель, активний експеримент, хімічна технологія, технологічний процес, повний факторний експеримент, перевірка адекватності.

Introduction.

The relevance of this article is determined by the growing needs of the chemical industry for specialists with sufficient qualifications to manage modern chemical and technological facilities, consisting of a large number of devices and connections (flows) between them.

Often, only the results of experimental studies carried out at such objects are the information, based on the processing of which, according to the obtained mathematical model of the object, a high-quality control algorithm for this object can be implemented.

At the same time, the construction of a mathematical model that describes the technological process with the required accuracy often involves a huge amount of work at the stage of experiments.

The task of planning experiments is to establish the minimum required number of them and the conditions for their implementation, to choose methods for mathematical processing of the results, and to make decisions. Designing experiments significantly reduces the number of experiments required to obtain a process model [1–5].

Statement of the problem in general and its connection with important scientific or practical problems.

An active experiment involves a purposeful choice of factor values. Compared to a passive experiment, such an experiment turns out to be more efficient and economical, since the amount of experimental work is significantly reduced.

The disadvantage of an active experiment, which implies a violation of the normal course of the technological process, is associated with the possibility of obtaining a defective product and damage to chemical and technological objects.

When planning an experiment, each of the factors can take on a certain number of values or levels. If the number of levels is equal to n , and the number of factors is equal to k , then the full factorial experiment involves N experiments, where $N = n^k$.

The plan of such an experiment (planning matrix) contains a set of all N possible combinations of factors k , varied at n levels [6–9].

The most common is a two-level experiment, when $n = 2$. In this case, the factor z_j takes the values z_j^{\max} and z_j^{\min} corresponding to the upper and lower levels.

The value $\Delta z_j = \frac{z_j^{\max} - z_j^{\min}}{2}$ is the variation interval for the j -th factor relative to the main or zero level z_j^0 , equal to: $z_j^0 = \frac{z_j^{\max} + z_j^{\min}}{2}$.

It is obvious that $z_j^{\min} = z_j^0 - \Delta z_j$ and $z_j^{\max} = z_j^0 + \Delta z_j$. The chosen values z_j^0 and Δz_j determine the area of the factor space under study, in which the experiment is set up.

The value of the interval Δz_j should be large enough so that the effect of varying the factor is not lost against the background of random noise of chemical-technological objects. On the other hand, overestimation of the pull-out interval makes it difficult to adequately describe the object using the regression model.

In k -dimensional factor space, the point with coordinates $(z_1^0, z_2^0, \dots, z_k^0)$ is called the center of the plan. The processing of the results of a full factorial experiment is greatly simplified if we move from factors z_j written in natural scale to dimensionless variables x_j

according to the formula $x_j = \frac{z_j - z_j^0}{\Delta z_j}$.

Then we have: $x_j^{\max} = \frac{z_j^0 + \Delta z_j - z_j^0}{\Delta z_j} = 1$,

$$x_j^{\min} = \frac{z_j^{\min} - z_j^0}{\Delta z_j} = \frac{-\Delta z_j}{\Delta z_j} = -1,$$

$$x_j^0 = \frac{z_j^0 - z_j^0}{\Delta z_j} = 0.$$

In this case, the planning matrix takes a standard form, in which all variables at the upper level correspond to the value +1, and at the lower level – the value –1. Sometimes, when filling out the planning matrix, only the signs of the levels are indicated: plus or minus.

Presentation of the main research material. In higher mathematics classes, it is often necessary to solve

problems of a general nature. But for students of the Educational and Research Institute of Chemical Technologies and Engineering, tasks that are directly related to their profession are of greater interest.

The following problem is analyzed by the authors of this article in practical classes as an illustration of the use of mathematical methods in chemistry.

Let us consider the problem of filling in the experiment planning matrix, based on the results of which the regression dependence of the degree of decomposition of nitric acid polyhalite is constructed.

Polyhalite is a mineral of the sulphate class ($K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$) – a raw material for the production of mineral fertilizers.

Polyhalite-containing rocks have always been of interest to researchers from the point of view of their processing into potassium-magnesium fertilizers. One of the methods of their processing is the decomposition of polyhalite-containing rocks in nitric acid. Considering the literature data, we can say that the degree of extraction of K_2O and MgO from polyhalite into solution increases with an increase in the temperature of the decomposition process and an increase in the duration of the interaction of the reagents. The problem under consideration will make it possible to verify the correctness of the theoretical conclusions.

The following parameters were chosen as factors: z_1 – process temperature, °C; z_2 – duration of interaction of reagents, min; z_3 is the concentration of nitric acid, mass percent [11–15].

The following parameters are considered as output variables: y_1 – degree of extraction K_2O , mass percent; y_2 is the degree of extraction of MgO , mass percent.

Zero level of the plan (center of the plan) and variation intervals:

$$z_1^0 = 30 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \Delta z_1 = 6 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$z_2^0 = 14 \text{ min}; \quad \Delta z_2 = 3 \text{ min};$$

$$z_3^0 = 12,5 \text{ } \%; \quad \Delta z_3 = 5 \text{ } \%.$$

The number of experiments (the number of possible combinations of factor levels) N for a complete factorial experiment is 2^k , which in the case of three factors is: $N = 2^3 = 8$. The plan of the experiment when recording factors in natural scale is shown in Table 1.

Table 1. Plan of the experiment when recording factors in natural scale

Number of experience	z_1	z_2	z_3	Number of experience	z_1	z_2	z_3
1	24	11	7,5	5	24	11	17,5
2	36	11	7,5	6	36	11	17,5
3	24	17	7,5	7	24	17	17,5
4	36	17	7,5	8	36	17	17,5

For the full factorial experiment under consideration, the planning matrix, written in dimensionless variables with an additional column of the fictitious factor x_0 equal to one, has the form presented in Table 2.

When compiling the planning matrix, the following rule is used: each subsequent factor (column) changes sign half as often as the previous one. Important concepts in the theory of experiment planning are randomization

and the number of degrees of freedom [17].

Randomization is any procedure that ensures that the order in which an experiment is conducted is random. It allows you to exclude the systematic effects of uncontrollable factors. For example, in case of a significant impact of an unaccounted factor in the second half of the plan, the influence of the x_3 factor in the model will be distorted. With a random order of experiments, this will not happen.

Table 2. Planning matrix for a full factorial experiment 2^3

Number of experience	x_0	x_1	x_2	x_3	Number of experience	x_0	x_1	x_2	x_3
1	+1	-1	-1	-1	5	+1	-1	-1	+1
2	+1	+1	-1	-1	6	+1	+1	-1	+1
3	+1	-1	+1	-1	7	+1	-1	+1	+1
4	+1	+1	+1	-1	8	+1	+1	+1	+1

In relation to the planning of an experiment, the number of degrees of freedom is the difference between the number of experiments N and the number of imposed connections l , i.e., the number of model coefficients calculated from the results of the experiment. For the considered full factorial experiment 2^3 when constructing a linear model $\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ the number of degrees of freedom f is: $f = N - l = 8 - 4 = 4 > 0$.

When $f > 0$ the experimental design is called unsaturated. Using the results of an experiment carried out according to such a plan, it is possible to calculate all the coefficients of the model and check its adequacy.

In the case of building a model of the form

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$$

the number of degrees of freedom f is: $f = 8 - 8 = 0$.

When $f = 0$ the plan becomes saturated. In this case, it is possible to estimate all the parameters of the model, but it is impossible to check the adequacy.

In the case of building a model of the form

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2$$

the number of degrees of freedom $f < 0$, which corresponds to supersaturated plans, in which it is possible to estimate only a part of the model coefficients.

Any coefficient of the model b_j can be calculated

by the formula: $b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_{ij}y_i$.

If, for the example under consideration, the following values of the degree of recovery into the liquid phase are obtained from the results of the experiment K_2O_2 , the mass percentage:

$$y = \begin{pmatrix} 93 \\ 65 \\ 78 \\ 94 \\ 80 \\ 63 \\ 70 \\ 81 \end{pmatrix},$$

then the value of the coefficient b_0 is:

$$b_0 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 y_i = 78,6;$$

then the value of the coefficient b_1 is: $b_1 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_{i1}y_i = \frac{-93 + 65 - 78 + 94 - 80 + 68 - 70 + 81}{8} = -1,62;$

then the value of the coefficient b_2 is: $b_2 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_{i2}y_i = \frac{-93 + 65 + 78 + 94 - 80 - 68 + 70 + 81}{8} = 2,12;$

then the value of the coefficient b_3 is: $b_3 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_{i3}y_i = \frac{-93 - 65 - 78 - 94 + 80 + 68 + 70 + 81}{8} = -3,87.$

Therefore, the linear model has the following form:

$$\hat{y} = 78,6 - 1,62x_1 + 2,12x_2 - 3,87x_3.$$

Since the covariance matrix of the full factorial experiment is diagonal, the resulting coefficients do not correlate with each other. When excluding insignificant coefficients from the model, there is no need to recalculate the rest [10].

The significance of the coefficients of the regression equation is checked by Student's t-test. The coefficient b_j is significant if the following condition is

$$\text{met: } t_j = \frac{|b_j|}{S_{b_j}} > f_{1-\alpha, f},$$

where α is the reduced significance level.

Since the diagonal coefficients of the covariance matrix are the same and equal to N , the estimate of the standard deviation S_{b_j} of any of the coefficients is:

$$S_{b_j} = \frac{s}{\sqrt{N}}.$$

To calculate the reproducibility dispersion, experiments are duplicated in the planning matrix or additional n_0 experiments are performed in the center of the plan. We believe that in the example under consideration, four additional experiments ($n_0 = 4$) were performed.

Based on their results ($y_i^0 : 69; 71; 73; 71$), the

$$\text{average value is calculated } \bar{y}^0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^0}{n_0} = 71,$$

as well as the reproducibility variance

$$S^2 = \frac{1}{n_0 - 1} \sum_{i=1}^n (y_i^0 - \bar{y}^0)^2 = 2,67.$$

Therefore, $s = \sqrt{2,67} = 1,63$. Then the estimate of

$$\text{the standard deviation } S_{b_j} \text{ is: } S_{b_j} = \frac{s}{\sqrt{N}} = \frac{1,63}{\sqrt{8}} = 0,58.$$

Critical value for the criterion of checking the significance of the coefficients:

$$\frac{|b_0|}{S_{b_0}} = \frac{78,6}{0,58} = 135,5 > t_{0,05;3}, \text{ therefore, the coefficient } b_0$$

$$\text{is significant; } \frac{|b_1|}{S_{b_1}} = \frac{|-1,62|}{0,58} = 2,79 < t_{0,05;3}, \text{ therefore, the}$$

$$\text{coefficient } b_1 \text{ is insignificant; } \frac{|b_2|}{S_{b_2}} = \frac{2,12}{0,58} = 3,65 > t_{0,05;3},$$

therefore, the coefficient b_2 is significant;

$$\frac{|b_3|}{S_{b_3}} = \frac{|-3,87|}{0,58} = 6,67 < t_{0,05;3},$$

therefore, the coefficient b_3 is insignificant [16].

After eliminating the insignificant coefficient, the regression equation takes the following form:

$$\hat{y} = 78,6 + 2,12x_2 - 3,87x_3.$$

To assess the adequacy of the model, the value of the residual variance is calculated:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{N - l} = \frac{\sum_{i=1}^8 (y_i - \hat{y}_i)^2}{8 - 3} = 9,8;$$

where l is the number of significant regression coefficients.

The value of the ratio is:

$$F = \frac{s^2}{S^2} = \frac{9,8}{2,67} = 3,67.$$

The critical value of the Fisher criterion for $\alpha = 0,005; f_1 = 5; f_2 = 3; F_{\alpha, f_1, f_2} = 9$.

Since $F < F_{\alpha, f_1, f_2}$, the resulting model is adequate.

Returning to the natural scale of the factors, we obtain the expression of the regression dependence in the final form:

$$\hat{y} = 78,6 + 2,12 \frac{z_2 - 14}{3} - 3,87 \frac{z_3 - 12,5}{5}$$

or

$$\hat{y} = 78,82 + 0,707z_2 - 0,774z_3.$$

The methodology for calculating the regression dependence, which contains the effects of the interaction of factors, does not differ from the previously considered methodology and does not involve additional experiments. [18].

To calculate the model defined by the equality

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3$$

an extended planning matrix is compiled, containing additional columns for determining the coefficients for paired interactions (Table 3):

Table 3. Expanded planning matrix

Number of experience	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

The coefficients, b_{12} , b_{13} and b_{23} are equal,

$$\text{respectively: } b_{12} = \frac{\sum_{i=1}^8 (x_1 x_2)_i y_i}{8} = 8,37,$$

$$b_{13} = \frac{\sum_{i=1}^8 (x_1 x_3)_i y_i}{8} = 1,375,$$

$$b_{23} = \frac{\sum_{i=1}^8 (x_2 x_3)_i y_i}{8} = -1,375.$$

Obviously, of the three coefficients for pair effects, only the coefficient b_{12} is significant. The regression model has the following form:

$$\hat{y} = 78,6 + 2,12x_2 - 3,87x_3 + 8,37x_1x_2.$$

Thus, we have seen that theoretical statements are confirmed by processing the results of a full factorial experiment.

Conclusions and prospects for further development of this direction.

One of the ways to accelerate scientific and technological progress in the chemical industry is the use of mathematical methods to organize experiments on a computer model and at an industrial facility, to process the obtained experimental data and build mathematical models of processes, to search for optimal conditions for conducting a technological process, which will ultimately lead to to increase the technological and economic efficiency of designed and operating chemical-technological facilities.

The use of methods of optimal planning of an experiment makes it possible to reduce to a minimum the number of experiments for constructing adequate models and to achieve a significant reduction in time and material costs for studying the simulated chemical processes. In some cases, the use of regression and correlation analysis methods for studying industrial facilities makes it possible to obtain recommendations for optimizing their operation based on statistical processing of passive experiment data, through observations made at the facility in its normal operation.

This is especially important for the chemical industry, since technological devices and circuits in this industry are complex systems, and the presence of disturbance sources in most cases determines their stochastic nature. An acceptable method for modeling such systems is the construction of empirical dependencies by statistical methods.

An additional advantage of the methods of optimal planning of the experiment is the possibility of identifying and eliminating the mutual influence of the factors under study, highlighting the influence of individual factors on the output characteristic of the system under study, which allows us to formulate practical recommendations for controlling the process

under study. In this article, in relation to chemical technology, the issues of organizing an experiment, mathematical processing of experimental data and mathematical planning of an experiment in the search for optimal conditions for conducting a technological process are described.

Mathematical modeling and optimization of chemical technology objects is of great importance for obtaining higher professional education for students of the Educational and Scientific Institute of Chemical Technology and Engineering. Firstly, this discipline should be classified as a general professional, since its study equips a person with general knowledge and skills that will help to understand the patterns of any phenomenon occurring in the economy, everyday life, society, and nature. Secondly, the discipline is a special discipline, because, studying it, students receive the knowledge and skills necessary for research work in the magistracy and allow them to continue their studies in graduate school [19–24].

References

1. Высшая математика в примерах и задачах : уч. пособ. : Т. 2 / Ю.Л. Геворкян, Л.А. Балака, С.С. Габриелян и др. ; под ред. Ю.Л. Геворкяна. – Х.: Підручник НТУ «ХП», 2011. – 376 с.
2. Подвійний та потрійний інтегралі : навч. посіб. / Першина Ю.І., Прищенко О.П., Черемська Н.В., Черногор Т.Т. – Харків : Видавництво «Друкарня Мадрид», 2022. – 106 с.
3. Диференціальні рівняння та їх застосування : н.-мет. посіб. / Прищенко О.П., Черногор Т.Т. – Х.: НТУ «ХП», 2017. – 88 с.
4. Прищенко О. П., Черногор Т. Т. Аналіз прикладів застосування диференціальних рівнянь в хімічній та харчовій технології // Вісник НТУ «ХП». – Харків : НТУ «ХП», 2018. – № 40 (1316). – с. 39 – 45.
5. Прищенко О.П., Черногор Т.Т., Бухкало С.І. Деякі особливості проведення кореляційного аналізу Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». – с.320.
6. Прищенко О.П., Черногор Т.Т. Деякі особливості проведення регресійного аналізу Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». – с. 319.
7. Скатецкий В.Г. Математические методы в химии : учеб. пособ. для студентов вузов / В.Г. Скатецкий, Д.В. Свиридов, В.И. Яшкин. – Минск : ТетраСистемс, 2006. – 368 с.
8. Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Using of methods of cross-correlation and regressive analysis for determination of functional dependence between sizes // Вісник НТУ «ХП» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – №15 (1340). – С. 36 – 41.
9. Бухкало С.І., Ігліні С.П. Деякі моделі дослідження структурно-хімічних змін при експлуатації полімерних виробів. *Інтегровані технології та енергозбереження*. Х.: НТУ «ХП», 2016. № 3. – С. 52–57.
10. Бухкало С.І., Білоус О.В., Демидов І.М. Розробка комплексного антиоксиданту із екстрактів листя горіху волоського та календули. *Восточно-Европейский*

- журнал передових технологій. 2015. № 1/6(73), – с. 22–26. – Х. : Технол. центр.
11. Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Analysis of opportunities of analytical method of optimization in chemical technology // Вісник НТУ «ХПІ» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – №5 (1359). – с. 71 – 77.
 12. Прищенко О. П., Черногор Т. Т. Використання тензорів при аналізі особливостей фізичних властивостей твердих тіл // Вісник НТУ «ХПІ» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – №6 (1360). – с. 42 – 48.
 13. Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Application of elements of studying the function of one variable when solving chemical problems // Вісник НТУ «ХПІ» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – №1 (1361). – с. 30 – 35.
 14. Прищенко О. П., Черемська Н. В., Черногор Т. Т. Побудова математичних моделей за допомогою методів кореляційного і регресійного аналізу // Вісник НТУ «ХПІ» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – №62 (1362). – с. 29 – 36.
 15. Прищенко О. П., Черемська Н. В. Реконструкція гаусовських випадкових функцій за даними спектру // Вісник НТУ «ХПІ» Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – № 1-2 (2). – с. 97 – 103.
 16. Prishchenko O. P., Cheremskaya N. V., Chernogor T. T., Bukhhalo S.I. Innovative methods of teaching the discipline higher mathematics to students studying chemical technology and engineering // Вісник НТУ «ХПІ» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – №1 (1363). – с. 30 – 37.
 17. Prishchenko O. P., Cheremskaya N. V., Bukhhalo S. I. Examples of information technologies for reconstruction from the data of the spectrum of some classes of random functions // Вісник НТУ «ХПІ» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2022. – №1 (1363). – с. 38 – 43.
 18. Prishchenko O. P. Dependence of the maximum rate of nitric oxide oxidation on the concentration of reactants. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – с. 389.
 19. Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Investigation of the reaction rate constant plot. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Х. : НТУ «ХПІ». – с. 390.
 20. Бухало С.І. Комплексні інноваційні системи викладання дисципліни сучасні технології харчування – моделі програмування. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 65–77.
 21. Бухало С.І., Іглін С.П., Кравченко В.О., Копейченко Є.А, Назаренко М.В. Приклади та задачі комплексного викладання дисципліни харчова хімія. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 89–96.
 22. Бухало С.І. Комплексні системи викладання дисципліни основи проектування обладнання хімічних виробництв як співпраця асоціації EFCE та CFE-UA. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 13–22.
 23. Бухало С.І., Земелько М.Л. Дослідження комплексного впливу складових шоколадної маси на її властивості та конкурентоспроможність для різновидів галузей Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 54–64.
 24. Ольховська В.О., Кравченко О.С., Бухало С.І. Складові алгоритми пошуку раціональних закономірностей роботи обладнання. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я:

тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Х: НТУ «ХПІ», с. 249.

References (transliterated)

1. Vysshaja matematika v primerah i zadachah : ucheb. posob. : T. 2 / Ju.L. Gevorkjan, L.A. Balaka, S.S. Gabrieljan i dr. ; pod red. Ju.L. Gevorkjana. – Khar'kov : Pidruchnik NTU «KhPI», 2011. – 376 p.
2. Podvlynyi ta potrlinyi Integrali : navch. posib. / Pershina Yu.I., Prishchenko O.P., Cheremskaya N.V., Chernogor T.T. – Kharkiv : Vidavnitstvo «Drukarnya Madrid», 2022. – 106 p.
3. Diferencial'ni rivnyannya ta ih zastosuvannya : n.-met. posib. / Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Kh. : NTU «KhPI», 2017. 88 p.
4. Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Analiz prikkladiv zastosuvannya diferencial'nih rivnyan' v himichnij ta harchovij tekhnologii // Visnik NTU «KhPI». – Khv : NTU «KhPI», 2018. – № 40 (1316). – pp. 39 – 45.
5. Prishchenko O.P., Chernogor T.T., Bukhhalo S.I. Deyaki osoblivosti provedennya korelyacijnoho analizu Informacijni tekhnologii: nauka, tekhnika, tekhnologiya, osvita, zdorov'ya: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. CH. II. / за ред. проф. Sokola Є.І. – Kharkiv: NTU «KhPI». – p.320.
6. Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Deyaki osoblivosti provedennya regresijnogo analizu Informacijni tekhnologii: nauka, tekhnika, tekhnologiya, osvita, zdorov'ya: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. CH. II. / за ред. проф. Sokola Є.І. – Kharkiv: NTU «KhPI». – p. 319.
7. Skateckij V.G. Matematicheskie metody v himii : ucheb. posob. dlya studentov vuzov / V.G. Skateckij, D.V. Sviridov, V.I. Yashkin. – Minsk : TetraSistems, 2006. – 368 p.
8. Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Using of methods of cross-correlation and regressive analysis for determination of functional dependence between sizes // Visnik NTU «HPI» Seriya: Innovacijni doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2019. – №15 (1340). – pp. 36 – 41.
9. Bukhhalo S.I., Iglin S.P. Deyaki modeli doslidzhennya struktorno-himichnih zmin pri ekspluatacij polimernih virobiv. Integrovani tekhnologii ta energozberezhennya. Kh.: NTU «KhPI», 2016. № 3? – pp. 52–57.
10. Bukhhalo S.I., Bilous O.V., Demidov I.M. Rozrobka kompleksnogo antioksidantu iz ekstraktiv listya gorihu volos'kogo ta kalenduli. Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovyh tekhnologij. 2015. № 1/6(73), – pp. 22–26. – H. : Tekhnol. centr.
11. Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Analysis of opportunities of analytical method of optimization in chemical technology // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Innovacijni doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kh : NTU «KhPI», 2020. – №5 (1359)? – pp. 71 – 77.
12. Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Viktorstannya tenzoriv pri analizi osoblivostej fizichnih vlastivostej tverdih til // Visnik NTU «HPI» Seriya: Innovacijni doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kh/ : NTU «KhPI», 2020. – №6 (1360), – pp. 42 – 48.
13. Prishchenko O.P., Chernogor T.T. Application of elements of studying the function of one variable when solving chemical problems // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Innovatsiyni doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2021. – №1 (1361), – pp. 30 – 35.
14. Prishchenko O. P., Cheremskaya N. V., Chernogor T. T. Pobudova matematichnih modeley za dopomogoyu metodiv korelyatsijnogo i regresijnogo analizu // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Innovatsiyni doslidzhennya u naukovih

- robotah studentiv. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2021. – No. 62 (1362). – pp. 29 – 36.
15. Prishchenko O. P., Cheremskaya N. V. Rekonstruktsiya gausovskikh vipadkovih funktsiy za danimi spektru // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Matematichne modelyuvannya v tehnitsi ta tehnologiyah. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2021. – No. 1-2 (2), – pp. 97 – 103.
 16. Prishchenko O. P., Cheremskaya N. V., Chernogor T. T., Bukhhalo S.I. Innovative methods of teaching the discipline higher mathematics to students studying chemical technology and engineering // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Innovatsiyi doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2022. – No. 1(1363), – pp. 30 – 37.
 17. Prishchenko O. P., Cheremskaya N. V., Bukhhalo S. I. Examples of information technologies for reconstruction from the data of the spectrum of some classes of random functions // Visnik NTU «KhPI» Seriya: Innovatsiyi doslidzhennya u naukovih robotah studentiv. – Kh. : NTU «KhPI», 2022. – No. 1(1363), – pp. 38 – 43.
 18. Prishchenko O. P. Dependence of the maximum rate of nitric oxide oxidation on the concentration of reactants. Informatsiyi tehnologiyi: nauka, tehnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezi dopovidey XXX mlzharodnoyi naukovo-praktichnoyi konferentsiyi MicroCAD-2022, 19-21 zhovtnya 2022 r. / za red. prof. Sokola E.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», – pp. 389.
 19. Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Investigation of the reaction rate constant plot. Informatsiyi tehnologiyi: nauka, tehnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezi dopovidey XXX mlzharodnoyi naukovo-praktichnoyi konferentsiyi MicroCAD-2022, 19-21 zhovtnya 2022 r. / za red. prof. Sokola E.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», – p. 390.
 20. Bukhhalo S.I. Kompleksnih innovatsijni sistemi vkladannja disciplini suchasni tehnologii harchuvannja – modeli programuvannja.. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 65–77.
 21. Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Kravchenko V.O., Kopejchenko S.A, Nazarenko M.V. Prikladi ta zadachi kompleksnogo vkladannja disciplini harchova himija. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 89–96.
 22. Bukhhalo S.I. Kompleksni sistemi vkladannja disciplini osnovi proektuvannja obladannja himichnih virobnictv jak spivpracija asociacij EFCE ta CFE-UA. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 13-22.
 23. Bukhhalo S.I., Zemel'ko M.L. Doslidzhennja kompleksnogo vplivu skladovih shokoladnoi masi na ii vlastivosti ta konkurentospromozhnist' dlja riznovidiv galuzej. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2(1364), pp. 54–64.
 24. Ol'hov'ska V.O., Kravchenko O.S., Bukhhalo S.I. Skladovi algoritmu poshuku racional'nih zakonimirnostej roboti obladannja. Informatsijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVIII mlzharodnoi naukovo-praktichnoi konferentsii MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnja Ch. II./za red. prof. Sokola E.I. – Kh: NTU «KhPI», p. 249.

Надійшла (received) 03.03.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Прищенко Ольга Петрівна (Прищенко Ольга Петровна, Prishchenko Olga Petrivna) – старший викладач кафедри вищої математики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0530-2131>;

e-mail: priolga2305@gmail.com

Черногор Тетяна Тимофіївна (Черногор Татьяна Тимофеевна, Chernogor Tetyana Timofiyivna) – старший викладач кафедри вищої математики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7823-7628>;

e-mail: tatyanchernogor54@gmail.com

О. П. ПРИЩЕНКО, Т. Т. ЧЕРНОГОР

ПОСТРОЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В статье рассматривается построение математической модели процесса, которая создается по результатам полного факторного эксперимента. Зачастую только результаты экспериментальных исследований, проводимых на таких объектах, являются той информацией, на основании обработки которой по полученной математической модели объекта может быть реализован качественный алгоритм управления данным объектом. В то же время построение математической модели, описывающей технологический процесс с необходимой точностью, зачастую сопряжено с огромным объемом работы на стадии проведения экспериментов. Задача планирования экспериментов состоит в установлении минимально необходимого их количества и условий их проведения, в выборе методов математической обработки результатов и в принятии решений. Планирование экспериментов значительно сокращает их количество, необходимое для получения модели процесса. Активный эксперимент предполагает целенаправленный выбор значений факторов. По сравнению с пассивным экспериментом такой эксперимент оказывается более эффективным и экономичным, поскольку значительно сокращается объем экспериментальной работы. В настоящей статье изложены применительно к химической технологии вопросы организации эксперимента, математической обработки экспериментальных данных и математического планирования эксперимента при поиске оптимальных условий проведения технологического процесса. Математическое моделирование и оптимизация объектов химической технологии имеет большое значение для получения высшего профессионального образования для студентов Учебно-научного института химических технологий и инженерии.

Ключевые слова: планирование эксперимента, математическая модель, активный эксперимент, химическая технология, технологический процесс, полный факторный эксперимент, проверка адекватности.

N. V. CHEREMSKA

CORRELATION FUNCTIONS AND QUASI-DETERMINISTIC SIGNALS

When processing data on random functions, they are most often limited to constructing an empirical correlation function. In this regard, the problem arises of constructing a random function (a quasi-deterministic signal) determined by a finite set of random variables and having a given correlation function. Moreover, a random function can often be considered Gaussian, since in many cases a random signal is obtained at the output of the system, which is fairly well approximated by a Gaussian. For stationary random processes and for random fields, this problem has been considered. For random sequences and discrete random fields, as well as for non-stationary random signals, the problem remained open. The article considers the problem of restoring a random sequence from known mathematical expectation and correlation function. Such a model random sequence is constructed, in which the mathematical expectation and correlation function coincide with the given ones. The mathematical expectation and the correlation function are the simplest probabilistic numerical characteristics, but they do not uniquely determine the corresponding set of probability distribution densities that satisfy the conditions of normalization and consistency, provided that for each fixed integer value of the parameter, the random sequence is a continuous random variable. The article considers the restoration of a quasi-deterministic signal in stationary and non-stationary cases. For the stationary case, three examples are given for constructing a quasi-deterministic discrete signal $\xi(n)$, provided that the spectral density has three different forms. For the non-stationary case, the corresponding quasi-deterministic signal was obtained for various cases of the spectrum. The use of a random function model determined by a finite number of parameters makes it possible to significantly simplify the analysis of applied problems, the solution of which is associated with differential equations with random coefficients, which are such quasi-deterministic signals. In this case, there is no need to use a complex apparatus of stochastic differential equations, since the solution of such an equation simply depends on random variables as on parameters.

Keywords: mathematical expectation, correlation function, non-stationary random function, non-stationary random sequence, quasi-deterministic signals.

Introduction.

There is a fairly wide class of applied problems, which are characterized by statistical nonstationarity. These are tasks such as simulation of dynamic modes of control of transport and technological machines, simulation of random non-stationary signals of intensities from the output of the detection unit for flows of clean coal and rock mass, and others. When processing data on random functions, they are most often limited to constructing an empirical correlation function. In this regard, the problem arises of constructing a random function (a quasi-deterministic signal) determined by a finite set of random variables and having a given correlation function. Moreover, a random function can often be considered Gaussian, since in many cases a random signal is obtained at the output of the system, which is fairly well approximated by a Gaussian. For stationary random processes such a problem was solved in [1], for random fields a similar problem was considered in [2].

Analysis of the latest research.

Certain generalizations of stationary random functions, which are additive or multiplicative perturbations of stationary random processes or homogeneous random fields, were used to solve problems for which the assumption of statistical stationarity is not fulfilled. Namely: random functions with stationary increments, which are used, for example, to model atmospheric turbulence [3,4,5,6], locally stationary random processes and locally homogeneous random fields, which are used, for example, to model the propagation of electromagnetic waves in the atmosphere of Venus [7,8,9,10] and others.

For random sequences and discrete random fields, as well as for non-stationary random signals, the problem

remained open.

Formulation of the problem.

Consider first the problem of restoring a random sequence from known mathematical expectation and correlation function. Such a model random sequence is constructed, in which the mathematical expectation and correlation function coincide with the given ones. The mathematical expectation and the correlation function are the simplest probabilistic numerical characteristics, but they do not uniquely determine the corresponding set of probability distribution densities that satisfy the conditions of normalization and consistency (except for Gaussian stationary sequences) [13], provided that for each fixed integer value of the parameter, the random sequence is continuous random variable.

Solution.

The solution of the formulated problem for stationary random sequences is reduced to reconstructing the spectral plane from the coefficients of the Fourier series or, in a more general case, to the power moment problem. In the case of stationary random sequences, it is known that the correlation function can be represented as [13]

$$K(\tau) = \int_{-\pi}^{\pi} e^{i\tau x} dF(x) = \int_{-\pi}^{\pi} e^{i\tau x} f(x) dx, \quad (1)$$

where $f(x) = F'(x) \geq 0$, if the corresponding derivative exists. Let the mathematical expectation and the correlation function of some stationary random sequence be given: $M\xi(n) = a(n)$, $K_{\xi}(n, m) = K(n - m)$.

Consider a random sequence $\hat{\xi}(n) = a(n) + \xi_1 e^{i\xi_2 n}$, where ξ_1 and ξ_2 independent random real-valued variables and $M\xi_1 = 0$, $a(n)$ – deterministic function of a discrete argument. It's obvious that $M\hat{\xi}(n) = a(n)$. Let's find the correlation function

$$K(n, m) = M(\xi(n) - M\xi(n))(\overline{\xi(m) - M\xi(m)}),$$

subject to $M\xi(n) \neq 0$. If $M\xi(n) = 0$, then $K(n, m) = M\xi(n)\overline{\xi(m)} = M(\xi_1 e^{i\xi_2 n} \xi_1 e^{-i\xi_2 m}) = K(n - m)$. Therefore,

$$K(n - m) = K(\tau) = M|\xi_1|^2 \int_{-\pi}^{\pi} e^{ix\tau} p(x) dx, \quad (2)$$

where $\tau = m - n$, $p(x)$ – probability distribution density of a random variable with $\xi_2(\omega)$. From (1) and (2) follows that $p(x) = \frac{1}{M|\xi_1|^2} f(x)$, $x \in [-\pi, \pi]$, where $f(x)$ – spectral density, i.e. probability distribution density of a random variable $\xi_2(\omega)$ is proportional to the spectral density, which is restored from the correlation function $K(n - m)$ according to the formula

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} e^{-ix\tau} K(\tau) \quad [13].$$

Stationary case.

Example 1.

Consider a random stationary sequence with a correlation function $K(0) = 1, K(\tau) = 0$ given that $\tau \neq 0$ and mathematical expectation equal to zero [13].

Let us construct a quasi-deterministic discrete signal $\xi(n)$ with $M\xi(n) = 0: \xi(n) = \xi_1 e^{i\xi_2 n}$, ξ_1, ξ_2 – independent random variables and $M|\xi_1|^2 = 1$.

Let us find its correlation function under the condition that the spectral density has the form $f(x) = \frac{1}{2\pi}$. At $\tau \neq 0$ and τ – integer

$$K(n - m) = \int_{-\pi}^{\pi} e^{ix\tau} f(x) dx = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{ix\tau} dx = \sin \pi\tau = 0$$

At $\tau = 0$ $K(n - m) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} dx = 1$. As a result,

$$K(\tau) = \begin{cases} 0, & \text{если } \tau \neq 0, \\ 1, & \text{если } \tau = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Thus, a stationary random sequence whose correlation function has the form (3), and $M\xi(n) = 0$ (for simplicity), can be represented as $\xi(n) = \xi_1 e^{i\xi_2 n}$, at that ξ_1, ξ_2 – independent random variables, $M\xi_1 = 0, M|\xi_1|^2 = 1$, and $M\xi_2 = 0, \xi_2$ – uniformly distributed over the interval $[-\pi, \pi]$.

Example 2.

$\xi(n) = \xi_1 e^{i\xi_2 n}$, $M\xi_1 = 0, M|\xi_1|^2 = 1, \xi_1, \xi_2$ – independent random variables. Let the spectral density have the form [13] $f(x) = \frac{C}{2\pi} \cdot \frac{1 - a^2}{|e^{ix} - a|^2}$, where

$|a| < 1, a$ – real. We normalize the spectral density to unity:

$$\frac{C}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{1 - a^2}{|e^{ix} - a|^2} dx = 1.$$

It is easy to check that, $\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{1 - a^2}{(e^{ix} - a)(e^{-ix} - a)} dx = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{1 - a^2}{1 - 2a \cos x + a^2} dx = 1$.

Thence $C = 1$.

Let $a(n) = 0, K(\tau) = Ca^{|\tau|}, |a| < 1, C > 0$. Then the sequence $\xi(n) = \xi_1 e^{i\xi_2 n}$ has a given correlation function, if $M|\xi_1|^2 = 1, M\xi_1 = 0, M\xi_2 = 0$, and ξ_2 on the interval $[-\pi, \pi]$ has a distribution $\frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1 - a^2}{1 - 2a \cos x + a^2}$.

Example 3.

Let the spectral density have the form [13]

$$f(x) = \frac{C}{2\pi} \cdot \frac{|e^{ix} - b|^2}{|e^{ix} - a|^2} = \frac{C}{2\pi} \cdot \frac{(e^{ix} - b)(e^{-ix} - b)}{(e^{ix} - a)(e^{-ix} - a)}, \quad (4)$$

a, b – reale, $|a| < 1, |b| < 1$, then the correlation function is calculated by the formula

$$K(n, m) = \int_{-\pi}^{\pi} e^{ix\tau} f(x) dx = \frac{C}{2\pi} \cdot \int_{-\pi}^{\pi} e^{ix\tau} \frac{(e^{ix} - b)(e^{-ix} - b)}{(e^{ix} - a)(e^{-ix} - a)} dx.$$

In the case of spectral density (4), the correlation function is equal to

$$K(\tau) = \begin{cases} \frac{C(a - b)(1 - ab)}{1 - a^2} \cdot a^{|\tau| - 1}, & \text{if } \tau \neq 0, \\ \frac{C(1 - 2ab + b^2)}{1 - a^2}, & \text{if } \tau = 0. \end{cases}$$

At that C and b can be determined from the system

$$\begin{cases} \frac{C(a-b)(1-ab)}{1-a^2} = C_1, \\ \frac{Cb}{a} = C_2. \end{cases}$$

Non-stationary case.

Let us now consider the restoration of a quasi-deterministic signal in the non-stationary case, when the correlation function is not a difference function.

Let the correlation function have the form [11]:

$$K(n, m) = \sum_{\tau=0}^{\infty} \varphi(n + \tau) \overline{\varphi(m + \tau)}, \quad (5)$$

τ – integer, and functions $\varphi(k)$ are constructed in a special way from complex numbers located in the unit circle on the complex plane (discrete spectrum).

In this case, the structure of the quasi-deterministic signal is more complex than in the previous cases. It is easy to check that a random sequence of the form

$$\xi(n) = \frac{\xi_1(\omega)\varphi(n + \xi_0(\omega))}{\sqrt{p(\xi_0(\omega))}},$$

where $M|\xi_1(\omega)|^2 = 1, M\xi_1(\omega) = 0, \xi_1(\omega)$ and $\xi_0(\omega)$ – independent random variables, $\xi_0(\omega)$ – discrete random variable that takes a countable number of values $0, 1, 2, \dots$ with probabilities p_0, p_1, p_2, \dots , has a correlation function of the form (5).

If we turn to the case of a continuous parameter t , then for a dissipative non-stationary random process $\xi(t)$ with $M\xi(t) = 0$ of the first rank of nonstationarity, the correlation function has the form [12]:

$$K(t, s) = \int_0^{\infty} \varphi(t + \tau) \overline{\varphi(s + \tau)} d\tau, \quad (6)$$

Then it is easy to check that a quasi-deterministic signal of the form $\xi(t) = \frac{\xi_1(\omega)\varphi(t + \xi_0(\omega))}{\sqrt{p(\xi_0(\omega))}}$, has a correlation function of the form (6), where $M|\xi_1(\omega)|^2 = 1, M\xi_1(\omega) = 0, \xi_1(\omega)$ and $\xi_0(\omega)$ – independent random variables, $\xi_0(\omega)$ – continuous, random variable $\xi_0(\omega) \in [0, \infty)$, and $p(x)$ – the probability distribution density of this random variable.

In the case of a spectrum located in the upper half-plane, $\varphi(t)$ has the form $\varphi(t) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \Lambda_k(t)$, where

$$\sum_{k=1}^{\infty} |a_k|^2 < \infty, \quad \Lambda_k(t) = \sum_{j=1}^k b_j e^{i\lambda_j t},$$

and $\lambda_j = \alpha_j + \frac{1}{2}\beta_j^2, \lambda_j \neq \lambda_m, j \neq m$.

Then the quasi-deterministic signal $\xi(t)$ has the form

$$\xi(t) = \frac{\xi_1(\omega)}{\sqrt{p(\xi_0(\omega))}} \sum_{k=1}^{\infty} a_k \sum_{j=1}^k b_j e^{i\lambda_j(t + \xi_0(\omega))},$$

where $M|\xi_1(\omega)|^2 = 1, M\xi_1(\omega) = 0, \xi_1(\omega)$ and $\xi_0(\omega)$ – independent random variables, i.e. it is represented as a superposition of the internal states of oscillators with complex frequencies, in contrast to the stationary case, when it was possible to restrict one term and a real frequency.

In the case of an infinite spectrum at zero $\varphi(t) = \int_0^t f_0(x) J_0(\sqrt{2tx}) dx$ and then the corresponding quasi-deterministic signal, which has a conflation function of the form (6), represented as:

$$\xi(t) = \frac{\xi_1(\omega)}{\sqrt{p(\xi_0(\omega))}} \int_0^t f_0(x) J_0(\sqrt{2(t + \xi_0(\omega))x}) dx,$$

where $M|\xi_1(\omega)|^2 = 1, M\xi_1(\omega) = 0, \xi_1(\omega)$ and $\xi_0(\omega)$ – independent random variables, $f_0(x) \in L^2_{[0,t]}$, $J_0(z)$ – zero-order Bessel function of the first kind.

Conclusions and directions for further research

Note that a similar approach can be used to simulate quasi-deterministic signals for random inhomogeneous fields (discrete or continuous arguments) with a given correlation function.

So for dissipative random fields, the correlation function has the form

$$K(x, y) = \int \int \int \varphi(X) \overline{\varphi(Y)} d\tau_1 d\tau_2 d\tau_3,$$

$$X = x_1 + \tau_1, x_2 + \tau_2, x_3 + \tau_3, Y = y_1 + \tau_1, y_2 + \tau_2, y_3 + \tau_3,$$

where the structure of the function $\varphi(x)$ is determined by the spectrum of the inhomogeneous field структура функции пределяется спектром неоднородного поля [14]. Whereas for quasi-deterministic signals depending on one parameter, it is easy to see that a quasi-deterministic continuous random field of the form

$$\xi(x) = \frac{\xi_1(\omega)\varphi(x + \xi_0(\omega))}{\sqrt{p(\xi_0(\omega))}},$$

where $M|\xi_1(\omega)|^2 = 1, M\xi_1(\omega) = 0, \xi_1(\omega)$ and $\xi_0(\omega)$ – independent random variables, $\xi_0(\omega) = (\xi_{01}(\omega), \xi_{02}(\omega), \xi_{03}(\omega))$ – random absolutely continuous vector $0 \leq \xi_0(\omega) \leq \infty$ and the joint probability

distribution density $p(x_1, x_2, x_3)$.

The inclusion of a random parameter in the equation coefficients as an independent variable makes it difficult to study the probabilistic characteristics of the problem solution. These are tasks such as models of financial mathematics, mathematical models of the density of a biological population, models that describe the dynamics of the exchange rate of a financial asset.

The use of a random function model determined by

Список літератури

1. Тихонов В.И., Харисов В. Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / М.: Радио и связь, 1991. – 608 с.
2. Петрова А.Ю. Восстановление случайных полей по корреляционным функциям / Вестник НТУ «ХПИ». Сб. науч. тр. Вып. «Системный анализ, управление и информационные технологии». Х., НТУ «ХПИ», 2003.– №6. – Т.1. – С. 174-182.
3. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидродинамика I ч. / М.: Наука, 1965. – 640 с.
4. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидродинамика II ч / М.: Наука, 1967. – 720 с.
5. Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику. II ч. Случайные поля / М.: Наука, 1978. – 464с.
6. Тихонов В.И., Кульман Н. К. Нелинейная фильтрация и квазикогерентный прием сигналов / Советское радио, 1975. 704с.
7. Исмару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах т.1 / М.: Мир, 1981. – 279с.
8. Исмару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах т.2 / М.: Мир, 1981. – 317с.
9. Ishimaru Akira A New Approach to the Problem of Wave Fluctuations in Smoothly Varying Turbulence // IEEE Trans., Vol. AP-21, №1, 1973, p.47-53.
10. Татарский В.И. Распространение волн в турбулентной атмосфере / М.: Наука, 1967. – 548с.
11. Янцевич А.А. Нестационарные последовательности в гильбертовом пространстве. I Корреляционная теория // Х: Изд. Хар. ун-та, Сб. Теория функций, функциональный анализ и их приложения. 1986. Вып.45. С.139-141.
12. Лившиц М.С., Янцевич А.А. Теория операторных узлов в гильбертовых пространствах / Х: Изд-во ХГУ, 1971. – 160с.
13. Яглом А.М. Введение в теорию стационарных случайных функций // УМН. – 1952. –Том 1. – Вып.5(51),– С.3-168.
14. Аббауи Л. Об одном классе неоднородных случайных полей // Вестн. Харьк. ун-та. Сер. Механика, теория управления и математическая физика. – Х., 1984. – №254. – С.49-53.

References (transliterated)

1. Tikhonov V.I., Kharisov V. N. Statisticheskiy analiz i sintez radiotekhnicheskikh ustroystv i sistem / Radio i svyaz', 1991. 608 p.
2. Petrova A.YU. Vosstanovleniye sluchaynykh poley po korrelyatsionnym funktsiyam / Vestnik NTU «KhPI». Sb. nauch. tr. Vyp. «Sistemnyy analiz, upravleniye i informatsionnyye tekhnologii». – Kh., NTU «KhPI», 2003. №6. T.1. pp. 174–182.
3. Monin A.S., Yaglom A.M. Statisticheskaya gidrodinamika I ch. / M.: Nauka, 1965. – 640 p.
4. Monin A.S., Yaglom A.M. Statisticheskaya gidrodinamika II ch / M.: Nauka, 1967. – 720 p.
5. Rytov S.M., Kravtsov YU.A., Tatarskiy V.I. Vvedeniye v statisticheskuyu radiofiziku. II ch. Sluchaynyye polya / M.: Nauka, 1978. – 464 p.
6. Tikhonov V.I., Kul'man N. K. Nelineynaya fil'tratsiya i kvazikogerentnyy priyem signalov / Sovetskoye radio, 1975. 704 p.
7. Isimaru A. Rasprostraneniye i rasseyaniye voln v sluchayno-neodnorodnykh sredakh t.1 / M.: Mir, 1981. – 279 p.
8. Isimaru A. Rasprostraneniye i rasseyaniye voln v sluchayno-neodnorodnykh sredakh t.2 / M.: Mir, 1981. – 317 p.
9. Ishimaru Akira A New Approach to the Problem of Wave Fluctuations in Smoothly Varying Turbulence // IEEE Trans., Vol. AP-21, №1, 1973, p.47–53.
10. Tatarskiy V.I. Rasprostraneniye voln v turbulentnoy atmosfere / M.: Nauka, 1967. – 548s.
11. Jancevich A.A. Nestacionarnye posledovatel'nosti v gil'bertovom prostranstve. I Korreljacionnaja teoriya // H: Izd. Har. un-ta, Sb. Teoriya funkciy, funkcional'nyy analiz i ih prilozheniya. 1986. Vyp.45. S.139-141.
12. Livshic M.S., Jancevich A.A. Teoriya operatornykh uzlov v gil'bertovykh prostranstvah / H: Izd-vo HGU, 1971. – 160s.
13. Jaglom A.M. Vvedeniye v teoriyu stacionarnykh sluchajnykh funkciy // UMN. – 1952. –Том 1. – Vyp.5(51),– S.3-168.
14. Abbaui L. Ob odnom klasse neodnorodnykh sluchajnykh poley // Vestn. Har'k. un-ta. Ser. Mehanika, teoriya upravleniya i matematicheskaya fizika. – H., 1984. – №254. – S.49-53.

Надійшла (received) 19.06.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Черемська Надія Валентинівна (Cheremskaya Nadezhda Valentinovna, Cheremskaya Nadezhda Valentinovna) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;
тел.: (050) 225-15-44; e-mail: cheremskaya66@gmail.com.

Н. В. ЧЕРЕМСКАЯ

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ФУНКЦИИ И КВАЗИДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ СИГНАЛЫ

При обработке данных о случайных функциях чаще всего ограничиваются построением эмпирической корреляционной функции. В связи с этим возникает задача о построении случайной функции (квазидетерминированного сигнала), определяемой конечным набором случайных величин и имеющей заданную корреляционную функцию. Причем случайную функцию часто можно считать гауссовской, так как во многих случаях на выходе системы получается случайный сигнал, который достаточно хорошо аппроксимируется гауссовским. Для стационарных случайных процессов и для случайных полей эта задача была рассмотрена. Для случайных последовательностей и дискретных случайных полей, а также для нестационарных случайных сигналов проблема оставалась открытой. В статье рассмотрена задача о восстановлении случайной последовательности по известным математическому ожиданию и корреляционной функции. Строится такая модельная случайная последовательность, у которой математическое ожидание и корреляционная функция совпадают с заданными. Математическое ожидание и корреляционная функция являются простейшими вероятностными числовыми характеристиками, но они не определяют однозначно соответствующий набор плотностей распределения вероятностей, удовлетворяющие условиям нормировки и согласованности, при условии, что при каждом фиксированном целом значении параметра случайная последовательность является непрерывной случайной величиной. В статье рассмотрены восстановление квазидетерминированного сигнала в стационарном и нестационарном случаях. Для стационарного случая приведены три примера для построения квазидетерминированного дискретного сигнала $\xi(n)$ при условии, что спектральная плотность имеет три различных вида. Для нестационарного случая получен соответствующий квазидетерминированный сигнал для различных случаев спектра. Использование модели случайных функций, определяемых конечным числом параметров, позволяет существенно упростить анализ прикладных задач, решение которых связано с дифференциальными уравнениями со случайными коэффициентами, которые являются такими квазидетерминированными сигналами. При этом нет необходимости использовать сложный аппарат стохастических дифференциальных уравнений, так как решение такого уравнения просто зависит от случайных величин как от параметров.

Ключевые слова: математическое ожидание, корреляционная функция, нестационарная случайная функция, нестационарная случайная последовательность, квазидетерминированные сигналы.

Н. В. ЧЕРЕМСКАЯ

КОРЕЛЯЦІЙНІ ФУНКЦІЇ ТА КВАЗИДЕТЕРМІНОВАНІ СИГНАЛИ

При обробці даних про випадкові функції найчастіше обмежуються побудовою емпіричної кореляційної функції. У зв'язку з цим виникає задача про побудову випадкової функції (квазидетермінованого сигналу), яка визначається скінченним набором випадкових величин і має задану кореляційну функцію. Причому випадкову функцію часто можна вважати гауссівською, так як у багатьох випадках на виході системи виходить випадковий сигнал, який досить добре апроксимується гауссівським. Для стаціонарних випадкових процесів та для випадкових полів це завдання було розглянуто. Для випадкових послідовностей та дискретних випадкових полів, а також для нестаціонарних випадкових сигналів проблема залишалася відкритою. У статті розглянуто завдання про відновлення випадкової послідовності за відомим математичним очікуванням та кореляційною функцією. Будується така модельна випадкова послідовність, яка має математичне очікування і кореляційна функція збігаються із заданими. Математичне очікування і кореляційна функція є найпростішими числовими ймовірнісними характеристиками, але вони не визначають однозначно відповідний набір щільностей розподілу ймовірностей, що задовольняють умовам нормування і узгодженості, за умови, що при кожному фіксованому цілому значенні параметра випадкова послідовність є неперервною випадковою величиною. У статті розглянуто відновлення квазидетермінованого сигналу у стаціонарному та нестаціонарному випадках. Для стаціонарного випадку наведено три приклади для побудови квазидетермінованого дискретного сигналу $\xi(n)$ за умови, що спектральна щільність має три різні вигляди. Для нестаціонарного випадку отримано відповідний квазидетермінований сигнал для різних випадків спектра. Використання моделі випадкових функцій, що визначаються скінченним числом параметрів, дозволяє суттєво спростити аналіз прикладних задач, розв'язання яких пов'язане з диференціальними рівняннями з випадковими коефіцієнтами, які є такими квазидетермінованими сигналами. При цьому немає необхідності використовувати складний апарат стохастичних диференціальних рівнянь, оскільки розв'язання такого рівняння просто залежить від випадкових величин, як від параметрів.

Ключові слова: математичне очікування, кореляційна функція, нестаціонарна випадкова функція, нестаціонарна випадкова послідовність, квазидетерміновані сигнали.

**O. V. YEFIMOV, V. L. KAVERTSEV, L. I. TIUTIUNYK, T. A. HARKUSHA, A. V. MOTOVILNIK,
I. D. SYDORKIN**

OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF POWER UNITS OF NUCLEAR POWER PLANTS

The materials of the article consider the main methodological provisions of calculations and optimization of NPP power unit equipment parameters using mathematical modeling methods. For the effective implementation of tasks related to determining the optimal parameters and structures of NPP power unit equipment using mathematical modeling and well-developed multifactor optimization methods, it is necessary to fulfill a number of requirements at their productions. Practice shows that it is impractical to optimize with the help of a single mathematical (simulation) model the entire set of parameters characterizing a given power unit, because with such a formulation, the optimization tasks are often mutually incorrect due to a significant discrepancy in the accuracy of various source information, unequal influence of parameters on the target function, specific differences in the mathematical description of various units and elements of the power unit. In order to effectively optimize the parameters of NPP power units, it is necessary to create a system of interconnected mathematical models, which include: a group of detailed mathematical models of individual units and elements of power unit equipment; more generalized mathematical models for the main equipment of power units built on their basis; complete mathematical model of power units.

Keywords: installation of NPP power units, methods of mathematical modeling .

O. B. ЄФІМОВ, В. Л. КАВЕРЦЕВ, Л. І. ТЮТЮНИК, Т. А. ГАРКУША, А. В. МОТОВІЛЬНИК, І. Д. СИДОРКІН

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕНЕРГОБЛОКІВ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

У матеріалах статті розглянуті Основні методичні положення розрахунків та оптимізації параметрів устаткування енергоблоків АЕС методами математичного моделювання Для ефективної реалізації задач, пов'язаних з визначенням оптимальних параметрів і конструкції устаткування енергоблоків АЕС за допомогою математичного моделювання й добре розроблених методів багатофакторної оптимізації, необхідно виконання ряду вимог при їх постановці. Практика показує, що недоцільно оптимізувати за допомогою однієї математичної (імітаційної) моделі весь комплекс параметрів, що характеризують даний енергоблок, оскільки за такої постановки задачі оптимізації часто бувають взаємно некоректні внаслідок значної невідповідності в точності різної вихідної інформації, нерівнозначності впливу параметрів на цільову функцію, специфічних відмінностей математичного опису різних вузлів і елементів енергоблоку. Для ефективної оптимізації параметрів енергоблоків АЕС необхідно створення системи взаємопов'язаних математичних моделей, що включають до себе: групу докладних математичних моделей окремих вузлів і елементів устаткування енергоблоків; побудовані на їх основі більш узагальнені математичні моделі для основного устаткування енергоблоків; повну математичну модель енергоблоків.

Ключові слова: устаткування енергоблоків АЕС, методи математичного моделювання.

I. Introduction.

The basis of energy in many countries of the world, which determines the pace of their economic development, is nuclear power plants. At the same time, they, as complex technological systems, are objects of increased man-made danger. Therefore, methods of increasing the reliability, safety and efficiency of NPP power equipment have already been developed and continue to be developed, which are largely based on diagnostic procedures [1].

One of the principles of the practical implementation of the world energy policy in nuclear energy, the impact of which on climate change is significantly less than that of thermal energy, is to minimize the probability of nuclear incidents and accidents at NPP power units while simultaneously increasing their thermal efficiency. This principle can be implemented due to a number of factors, including improvement and optimization of thermal schemes and parameters of technological processes of NPP power units with reactors of various types, optimal selection of modern and promising coolants and construction materials of active zones of nuclear reactors and steam generators, optimization of operating modes of NPP power units based on modern methods of mathematical modeling.

Modern NPP power units are complex technical systems. They include a lot of interconnected equipment

of various technological purposes, which ensures that the power units perform the complex function of producing electric energy and heat of the specified quality and according to the specified load schedule (Table 1).

Table 1. Mathematical models for solving the main thermal and hydraulic optimization tasks parameters of NPP power units with reactors cooled by water under pressure.

№	Mathematical models of equipment
1	Reactor
2	Steam generator
3	Turbine
4	System of external separation and intermediate steam
5	Regeneration system
6	«Condenser-water cooler» system.

Such systems are characterized by multiparameters, a complex structural and functional connection of parameters, the presence of restrictions on changing parameters and connections, functioning under the influence of random factors, and a variety of physicochemical processes occurring in them.

© Yefimov O.V., Kavertsev V.L., Tiutiunyk L.I., Harkusha T.A., Motovilnik A.V., Sydorkin I.D., 2023

In this regard, complete mathematical models of the functional state of steam turbine power units of nuclear power plants are characterized by a large number of nonlinear (in many cases transcendental) relationships and contain implicit functions. This complicates their wide application to solve the problems of system analysis of the quality of operation of power units [1–3;7].

One of the most important and urgent problems of nuclear energy is the task of optimizing the planning and organization of repair work on power units of power plants and calculating their availability coefficients based on the results of diagnostics of the technical condition of the equipment (Table 2).

Table 2. Classification-identification of some research components.

№	Hierarchy of study components.
1	The object of research is power units of nuclear power plants.
2	The relevance of the problem is the task of optimizing the planning and organization of repair work on power units of power plants and calculating their availability coefficients based on the results of diagnostics of the technical condition of the equipment.
3	The purpose of the research is to optimize the parameters and characteristics of the equipment of NPP power units.
4	Research methods – optimization of individual parameters and characteristics of NPP power unit equipment is closely related to their design and construction processes. The initial data for conducting the first preliminary optimization calculations in the design process are structural designs of the equipment.
5	Stages of research. At the stage of optimization calculations, analytical methods of optimization are the most effective.
6	Stages of research. In the mathematical modeling of NPP power units, idealization methods are used: - dismemberment into simpler technological subsystems (decomposition method); - selection of the most significant properties and effects on them in a parametric form (macromodeling method); - linearization of non-linear models in some area of change of variables (linearization method); - bringing the system with distributed parameters to the system with concentrated parameters; - contempt for the dynamic properties of technological processes.
7	Stages of research. At the stages of the final optimization studies, the most effective optimization method is the simulation modeling method, which allows you to achieve the required degree of accuracy in the description of the object being optimized, and to use special mathematical methods for finding the optimum when solving multifactor and multicriteria problems.
8	Mathematical models include: - a group of detailed mathematical models of individual units and elements of power unit equipment; - more generalized mathematical models for the main equipment of power units built on their basis; - a complete mathematical model of power units.
9	The solution to the problem of optimizing the parameters of NPP power units includes the following stages: - selection of optimality criteria (objective functions); - development of a system of interconnected mathematical models in accordance with the necessary hierarchical level of optimization studies; - selection of computational methods and optimization algorithms.
10	Conclusions: - for reasons of reliability and economy, reactors are usually designed on the basis of designs of standard heat-emitting elements (fuel elements) that have fixed geometric characteristics and a certain thermal power; - energy release in the active zone of the reactor depends on the geometric dimensions of the zone itself; - it is expedient to optimize the parameters of NPP power units at a constant thermal power of the reactor; - bringing to an equal energy effect should be carried out by taking into account the change in the electric power of the power unit, that is, the introduction of the so-called substitute electric power in the power system.

Timely and effective solution of these problems in the practice of operation of NPP power units allows to increase the economic efficiency of repair work and to determine the optimal power reserve of the power system, necessary to compensate for the underproduction of electricity due to the downtime of power units during repairs, thus ensuring the stability of power system operation.

II. The goal of the work.

Optimization of individual parameters and characteristics of NPP power unit equipment is closely related to their design and construction processes. The initial data for conducting the first preliminary optimization calculations in the design process are structural designs of the equipment. The results of the preliminary optimization, taking into account the change

of the initial data in the permissible range of values, serve as the basis for new optimization calculations of the parameters and designs of the equipment, taking into account the specifics of its operating conditions. Optimizing the parameters and characteristics of the equipment of NPP power units is a complex iterative process, and each stage of optimization research during the creation and improvement of the equipment is characterized by its own methods and means.

III. Main part.

At the first stage of optimization, the amount of information about the object being optimized is minimal, and the output data has a significant error. Therefore, it is often impossible to accurately describe how the parameters are interconnected and how they determine the type of the objective function. In this regard, analytical methods of optimization are the most effective

at the first stage of optimization calculations. They make it possible to visually detect the influence of correlations between the initial data, to obtain with minimal time expenditure general dependencies for determining optimal parameters for various combinations of technical and economic factors.

In the following stages, the amount of information about the optimization object increases significantly. New thermodynamic, structural, regime factors and necessary technical limitations are revealed. Since these stages are already directly related to the creation of the equipment, it is necessary to more accurately and fully take into account all the factors that determine the criterion of optimality, and this significantly increases the number of parameters to be optimized. At the same time, the relationship between the parameters becomes more complex, and it is possible to obtain an analytical solution only with a significant simplification (idealization) of real dependencies.

The following idealization methods are used in the mathematical modeling of NPP power units: dismemberment into simpler technological subsystems (decomposition method);

- selection of the most significant properties and effects on them in a parametric form (macromodeling method);
- linearization of non-linear models in some area of change of variables (linearization method);
- bringing the system with distributed parameters to the system with concentrated parameters;
- contempt for the dynamic properties of technological processes.

At the stages of final optimization studies, the most effective optimization method is the simulation modeling method, which allows you to achieve the required degree of accuracy in the description of the object being optimized, and to use special mathematical methods for finding the optimum when solving multifactorial and multicriteria problems.

For the effective implementation of tasks related to the determination of optimal parameters and designs of NPP power unit equipment using mathematical modeling and well-developed methods of multifactor optimization, it is necessary to fulfill a number of requirements when setting them up. Practice shows that it is impractical to optimize with the help of a single mathematical (simulation) model the entire set of parameters characterizing a given power unit, because with such a formulation, the optimization tasks are often mutually incorrect due to a significant discrepancy in the accuracy of various source information, unequal influence of parameters on the target function, specific differences in the mathematical description of various units and elements of the power unit.

In order to effectively optimize the parameters of NPP power units, it is necessary to create a system of interconnected mathematical models, which include:

- a group of detailed mathematical models of individual units and elements of power unit equipment;

more generalized mathematical models for the main equipment of power units built on their basis;

- complete mathematical model of power units.

In accordance with the above, it is advisable to optimize the parameters of NPP power units using a system of mathematical models of the main equipment: reactor, steam generator, turbine. The main equipment, in turn, should be divided into characteristic nodes. Such a division allows rationally, taking into account the specific features of the functional dependencies between the parameters of each node, to create their mathematical models and carry out optimization of both individual nodes and the main equipment of NPP power units through successive refinement [5].

The parameters of each node can be divided into two groups: external parameters that determine the relationship between nodes, and internal parameters that characterize only this node, the values of which depend mainly on external connecting parameters.

If the number of external parameters for a given node is small, then the optimization of its internal parameters can be carried out in the zone of their expected optimum separately from other nodes with fixed external parameters, and then, taking into account the optimal values of internal parameters, optimization of external parameters can be carried out. Thus, the NPP steam generator is related to the turbine installation by the following parameters: thermal power, pressures, consumption and temperatures of the generated steam and feed water. Since the number of these binding parameters is relatively small, the internal parameters of the steam generator, such as, for example, the speed of water in the tubes of the heat exchange surface, the length of the tubes, their outer and inner diameters, and others, can be optimized separately from the turbine unit according to the values of the generated steam parameters, and feed water, presented in the form of restrictions. According to the same value, the internal parameters of the turbo installation are optimized separately from the steam generator. Then the parameters of the steam generated and the feed water connecting the steam generator and the turbine are optimized using appropriate mathematical methods [6].

If the number of connecting parameters between nodes is large, then these nodes should be optimized together in a single model. For example, together with the main thermal and hydraulic parameters of the thermal circuit of NPP power units with WWER reactors, it is necessary to optimize the internal parameters of their external separation and intermediate steam superheating systems, since they are related to the separation pressure of the heated steam, the flow rates, pressures and temperatures of the steam, that heats up, and the heated steam at the entrance and exit of the superheater stages, pressure losses of the heated steam in the superheater stages and others.

Thus, the solution to the problem of optimizing the parameters of NPP power units includes the following stages:

- selection of optimality criteria (objective functions);
- development of a system of interconnected mathematical models in accordance with the necessary hierarchical level of optimization studies;
- selection of computational methods and optimization algorithms.

When optimizing the parameters of NPP power units, it is very important to determine under which given limitations it is advisable to carry out the optimization: at a constant electric power of the NPP power unit or at a constant thermal power of the reactor of the NPP power unit. If optimization is carried out at a given constant electric power of the NPP power unit, then it is necessary to create a mathematical model that describes the functioning of the entire equipment of the NPP power unit, and at the same time take into account the continuous change in the thermal power of the reactor [2;7].

Conclusions.

In the nuclear power industry, for reasons of reliability and economy, reactors are usually designed based on the designs of standard heat-emitting elements (fuel elements) that have fixed geometric characteristics and a certain thermal power. The total thermal power of the reactor changes discretely by changing the number of operating fuel rods, and, importantly, not proportionally to their number. This unevenness is due to the fact that the energy release in the active zone of the reactor also

depends on the geometric dimensions of the zone itself. In this regard, it is very difficult to take into account the continuous change in the thermal power of the reactor in the process of parameter optimization under the conditions of the given constant electric power of the NPP power unit. Therefore, it is advisable to optimize the parameters of NPP power units at a constant thermal power of the reactor, and to bring the variants to equal energy effect by taking into account the change in the electric power of the power unit, i.e., the introduction of the so-called substitute electric power in the power system. Under such a setting, in order to solve the tasks of optimizing the main thermal and hydraulic parameters of NPP power units with reactors cooled by water under pressure, mathematical models of such equipment are necessary: a reactor, a steam generator, a turbine, a system of external separation and intermediate steam overheating, a regeneration system and a "condenser-water cooler".

The depth of detail of the mathematical modeling of this equipment should be based on the principle of equal accuracy, that is, in each model it is necessary to take into account parameters that have one order of influence on the target function.

Taking into account the methodological provisions and approaches outlined above increases the effectiveness of the application of mathematical modeling to solve the problems of calculations and optimization of the parameters of NPP power units.

Список літератури

1. Єфімов О.В. Конструкції, матеріали, процеси і розрахунки реакторів і парогенераторів АЕС: навч. посібник / О.В. Єфімов, М.М. Пилипенко. – Харків: Видавництво «Підручник НТУ «ХПІ», 2010. – 268 с.
2. Реактори і парогенератори енергоблоків АЕС: схеми, процеси, матеріали, конструкції, моделі / О.В. Єфімов, М.М. Пилипенко, Т.В. Потаніна та ін.: за ред. О.В. Єфімова. – Харків: ТОВ «В справі», 2017. – 420 с.
3. Yefimov A.V. Automated decision support system for operating personnel of NPP power units by the criterion of technical and economic efficiency, taking into account reliability indicators / A.V. Yefimov, D.I. Kukhtin, T.V. Potanina, T.A. Harkusha, V.L. Kavertsev // Nuclear and Radiation Safety. – Kyiv. – 2018. – №2 (78). – P. 3–11
4. Potanina T.V. Application of interval analysis methods for NPP power units safety and reliability assessment. / T.V. Potanina, A.V. Yefimov, T.A. Harkusha, T.A. Yesypenko // Nuclear and Radiation Safety. – 2018. – № 3. – P. 23–29.
5. O. Yefimov, M. Pylypenko, T. Potanina, et al. Materials and decision support systems in the nuclear power industry. / O. Yefimov, M. Pylypenko, T. Potanina, V. Kavertsev, T. Yesypenko, T. Harkusha, T. Berkutova/ Riga, Latvia, European Union: – "LAMBERT Academic Publishing" – 2020. – 135 p.
6. Yefimov O. V., Kavertsev V. L., Potanina T. V. Methods and approaches to simulation, diagnostics, forecasting equipment state and optimization of robot modes of NPP power units/ O. V. Yefimov, V. L. Kavertsev, T. V. Potanina, T. A. Harkusha and others// Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ». – Харків: – 2021. – № 1 (1361). – С. 43–47.

7. Схеми, процеси, матеріали, конструкції і моделі реакторних і парогенераторних установок енергоблоків АЕС і газо-паротурбінних установок ТЕС. / О.В. Єфімов, М.М. Пилипенко, Т.В. Потаніна та ін.: за ред. О.В. Єфімова. – Харків: ТОВ «В справі», 2023. – 556 с.

References (transliterated)

1. Yefimov O.V. Constructions, materials, processes and calculations of reactors and steam generators of NPPs: textbook. manual / O.V. Yefimov, M.M. Pilipenko. - Kharkiv: Publishing House "Textbook of NTU" KhPI ", 2010. - 268 p.
2. Reactors and steam generators of NPP power units: schemes, processes, materials, structures, models / O.V. Yefimov, M.M. Pilipenko, T.V. Potanina et al. : ed .. O.V. Yefimova. - Kharkiv: LLC "In the case", 2017. - 420 p
3. Yefimov A.V. Automated decision support system for operating personnel of NPP power units by the criterion of technical and economic efficiency, taking into account reliability indicators / A.V. Yefimov, D.I. Kukhtin, T.V. Potanina, T.A. Harkusha, V.L. Kavertsev // Nuclear and Radiation Safety. – Kyiv. – 2018. – №2 (78). – P. 3–11
4. Potanina T.V. Application of interval analysis methods for NPP power units safety and reliability assessment. / T.V. Potanina, A.V. Yefimov, T.A. Harkusha, T.A. Yesypenko // Nuclear and Radiation Safety. – 2018. – № 3. – P. 23–29.
5. O. Yefimov, M. Pylypenko, T. Potanina, et al. Materials and decision support systems in the nuclear power industry. / O. Yefimov, M. Pylypenko, T. Potanina, V. Kavertsev, T. Yesypenko, T. Harkusha, T. Berkutova/ Riga, Latvia, European Union: – "LAMBERT Academic Publishing" – 2020. – 135 p.

6. Yefimov O. V., Kavertsev V. L., Potanina T. V. Methods and approaches to simulation, diagnostics, forecasting equipment state and optimization of robot modes of NPP power units/ O. V. Yefimov, V. L. Kavertsev, T. V. Potanina, T. A. Harkusha and others// Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Innovative studies in scientific works of students. – Kharkiv: – 2021. – No. 1 (1361). -WITH. 43–47
7. Schemes, processes, materials, designs and models of reactor and steam generator units of NPP power units and gas-steam turbine units of TPPs. / O.V. Yefimov, M.M. Pylypenko, T.V. Potanina et al.: edited by O.V. Yefimova - Kharkiv: LLC "In Case", 2023. - 556 p.

Надійшла (received) 19.06.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Єфімов Олександр Вячеславович (Yefimov Olexander Vyacheslavovich) – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри парогенераторобудування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3300-7447>; e-mail: AVEfimov22@gmail.com

Каверцев Валерій Леонідович (Kavertsev Valery Leonidovich) – кандидат технічних наук, доцент кафедри парогенераторобудування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9472-1658>; e-mail: kavertseff@gmail.com

Тютюник Лариса Іванівна (Tutiunyk Larisa Ivanivna) – кандидат технічних наук, доцент кафедри парогенераторобудування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3128-497X>; e-mail: lara.tutyunik@gmail.com

Гаркуша Тетяна Анатоліївна (Harkusha Tetyana Anatoliivna) – науковий співробітник кафедри парогенераторобудування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; e-mail: Tetiana.Harkusha@khpi.edu.ua

Мотовільник Анастасія Вадимівна (Motovilnik Anastasiia Vadimovna) – аспірантка, кафедра парогенераторобудування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; e-mail: Nastya.motov@gmail.com

Сидоркін Ігор Дмитрович (Sydorkin Igor Dmytrovych) – аспірант, кафедра парогенераторобудування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; e-mail: AVEfimov22@gmail.com

О. В. ЄФІМОВ, В. Л. КАВЕРЦЕВ, Л. І. ТЮТЮНИК, Т. А. ГАРКУША, А. В. МОТОВІЛЬНИК, І. Д. СИДОРКІН

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕНЕРГБЛОКІВ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

У матеріалах статті розглянуті Основні методичні положення розрахунків та оптимізації параметрів устаткування енергоблоків АЕС методами математичного моделювання Для ефективної реалізації задач, пов'язаних з визначенням оптимальних параметрів і конструкцій устаткування енергоблоків АЕС за допомогою математичного моделювання й добре розроблених методів багатofакторної оптимізації, необхідно виконання ряду вимог при їх постановці. Практика показує, що недоцільно оптимізувати за допомогою однієї математичної (імітаційної) моделі весь комплекс параметрів, що характеризують даний енергоблок, оскільки за такої постановки задачі оптимізації часто бувають взаємно некоректні внаслідок значної невідповідності в точності різної вихідної інформації, нерівнозначності впливу параметрів на цільову функцію, специфічних відмінностей математичного опису різних вузлів і елементів енергоблоку. Для ефективної оптимізації параметрів енергоблоків АЕС необхідно створення системи взаємопов'язаних математичних моделей, що включають до себе: групу докладних математичних моделей окремих вузлів і елементів устаткування енергоблоків; побудовані на їх основі більш узагальнені математичні моделі для основного устаткування енергоблоків; повну математичну модель енергоблоків.

Ключові слова: устаткування енергоблоків АЕС, методи математичного моделювання.

А. В. ЄФІМОВ, В. Л. КАВЕРЦЕВ, Л. И. ТЮТЮНИК, Т. А. ГАРКУША, А. В. МОТОВІЛЬНИК, И. Д. СИДОРКИН

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭНЕРГБЛОКОВ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Основные методические положения расчетов и оптимизации параметров оборудования энергоблоков АЭС методами математического моделирования Для эффективной реализации задач, связанных с определением оптимальных параметров и конструкций оборудования энергоблоков АЭС с помощью математического моделирования и хорошо разработанных методов многофакторной оптимизации, необходимо выполнение ряда требований их постановке. Практика показывает, что нецелесообразно оптимизировать с помощью одной математической (имитационной) модели весь комплекс параметров, характеризующих данный энергоблок, поскольку при такой постановке задачи оптимизации часто бывают взаимно некорректны вследствие значительного несоответствия в точности различной исходной информации, неравнозначности влияния параметров на целевую функцию. отличий математического описания различных узлов и элементов энергоблока. Для эффективной оптимизации параметров энергоблоков АЭС необходимо создание системы взаимосвязанных математических моделей, включающих: группу подробных математических моделей отдельных узлов и элементов оборудования энергоблоков; построены на их основе более обобщенные математические модели для основного оборудования энергоблоков; полную математическую модель энергоблоков.

Ключевые слова: оборудование энергоблоков АЭС, методы математического моделирования.

E. A. CHERNUSHENKO, T. R. AHAIAN, D. S. KRAVCHENKO

THE ROLE OF SULFUR-CONTAINING AMINO ACIDS IN THE PREVENTIVE NUTRITION OF WORKERS IN CONTACT WITH CHROMIUM

In the world, a large number of workers are exposed to fumes, mists and dusts containing Chromium and its compounds. One of the ways to prevent chromium intoxication is the enrichment of food rations with substances that have antioxidant and complexing ability. Attention is focused on the recommendations on the use of sulfur-containing amino acids and sulfur-rich proteins in the composition of food products for the prevention of intoxication in workers who come into contact with chromium in production. The mechanism of reduction of hexavalent chromium compounds by cysteine was considered. It has been shown that the process of reduction of chromates with cysteine is accompanied by the oxidation of cysteine to cystine and subsequent complexation with trivalent chromium. The structure of chromium III cystinate was confirmed by IR and electron spectroscopy and elemental analysis. It has been established that in the formed chelate complex $[\text{Cr}(\text{SNO}_2\text{C}_3\text{H}_6)_6\text{Cr}]$, chromium (III) has a bond with cystine through the amino and carboxyl groups, LD_{50} is 2100 mg/kg and is less toxic than inorganic chromium (III) salts. The article analyzes protein raw materials rich in cysteine, which can be recommended to satisfy the daily requirement of cysteine, or to reduce chromium intoxication of workers working in a work area with a high content of chromium salts.

Keywords: food safety, hygiene control, preventive nutrition, food hygiene, cysteine, chromium toxicity

Вступ.

У всьому світі велика кількість працівників різних галузей піддаються впливу парів, туману і пилу, що містять Хром та його сполуки. Вплив сполук шестивалентного хрому може виникнути під час виробництва хроматів, зварювання, виробництва хромових пігментів, під час хромування та фарбування розпиленням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В портландцементі з дев'яти європейських країн, вміст хроматів варіювався від 1 до 83 г/кг [1]. Сполуки Хрому використовуються у виробництві ферохрому, пігментів та гальванічному виробництві. У шахтах по видобуванню хромової руди концентрація пилу, що містить сполуки Хрому може коливатися від 1,3 до 16,9 мг/м³, а при виробництві рафінованого ферохрому в повітрі робочої зони кількість Хрому може бути в пилу в діапазоні 0,03–3,2 мг/м³. В повітрі робочої зони при процесах хромування були виявлені концентрації Хрому від 1 мг/м³ до 1,4 мг/м³ [1].

При забрудненні робочої зони Хром і його сполуками можуть у підвищених кількостях надходити в організм інгаляційно та шляхом резорбції з поверхні шкіри [2]. Залежно від шляхів проникнення Хрому в організм людини та від ступеня окислення його у сполуках залежить тяжкість інтоксикації, так сполуки Хрому (VI) за токсичністю подібні Кадмію та, в додаток є сильними окисниками. Сполуки шестивалентного Хрому чинять на організм людини загальнотоксичну, кумулятивну, алергенну, канцерогенну і мутагенну дію.

Хром може утворювати ковалентні зв'язки із широким спектром молекул в живих організмах. Так, наприклад, з білками Хром може зв'язуватися за допомогою гідрокси-, аміно-, карбоксі, сульфгідрильних та інших груп. Як наслідок такої взаємодії в молекулах білків (ферментів) відбуваються розриви водневих зв'язків, заміщення металів у лігандах, зміна конформації молекул, що призводить до часткової або повної втрати активності металопротеїнів. Якщо такий білок знаходиться на поверхні клітинної мембрани і виконує транспортну функцію (регулює надходження в клітину одних речовин і виведення з неї інших), включення в

молекулу Хрому може призвести до порушення процесу транспорту [3].

При отруєнні сполуками Хрому виділяють дві форми. При легеневій формі переважно спостерігається кашель, частіше сухий. При підвищеній чутливості до Хрому може розвинути бронхіальна астма. При шлунковій формі спостерігаються болі в епігастральній ділянці, печія, нудота, блювання, підвищене слиновиділення, проноси або запори; різні ступені ураження шлунково-кишкового тракту від дискретичних функціональних розладів і ознак подразнення слизових до гастриту і виразкової хвороби дванадцятипалої кишки. Провідна роль Хрому у розвитку бронхолегеневої патології у працівників належить виробництву хромових феросплавів. Серед робітників хромових виробництв відмічена підвищена захворюваність раком легенів. Латентний період розвитку раку у робітників хромових рудників і хромового виробництва становив у середньому 13 – 14,5 років. Захворювання спостерігається під час роботи, а також через багато років після припинення контакту зі сполуками Хрому. Хромові дерматити, як правило, розвиваються на кистях рук або передпліччях. на обличчі, особливо на повіках. Захворювання шкіри й підвищення чутливості до Хрому спостерігалися у 16 % від числа обстежених. Сенсibiлізація може розвинути і після декількох років роботи [4].

Існує достатньо свідчень щодо канцерогенності сполук Хрому (VI), що зустрічаються при виробництві хроматів, хромових пігментів і при хромуванні. Канцерогенність для людини металевого хрому та сполук Хрому (III) на сьогодні не доказана, але існують докази про канцерогенність хроматів кальцію, триоксиду хрому (хромової кислоти) і біхромату натрію [5]. Робоча група IARC надала загальну оцінку токсичності сполук Хрому (VI), вони є канцерогенними для людини (група 1). Металевий Хром та сполуки Хрому (III) не належить до канцерогенів для людини (група 3) [6].

Чернушенко О.О., Агаян А.Р., Кравченко Д.С., 2023

При роботі з хромом необхідно дотримуватися низки профілактичних заходів. Всі працівники з хромом, хромовою кислотою, хроматами, біхроматами та сплавами, що містять Хром, повинні проходити медичні огляди один раз на рік, а огляд ЛОР – 1 раз на 3 місяць. До медичних оглядів необхідно запрошувати онкологів. Всі працівники з Хромом повинні отримувати лікувально-профілактичне харчування (безкоштовні гарячі сніданки, вітамінні препарати). Раціони лікувально-профілактичного харчування робітників заводу хромових сполук скеровані на обмеження повареної солі, солених, жирних продуктів та жиру, калорійність 1482 ккал [7].

Для працівників, що контактують при роботі зі сполуками Хрому раціон для робітників збагачують амінокислотами (метіоніном, цистеїном, лізином, тирозином, фенілаланіном), вживають щоденно 100 мг аскорбінової кислоти, 2 мг ретинолу, 15 мг ніацину (вітамін В3 або РР), 25 мг S-метилметіоніну (вітамін U), 100 мл мінеральної столової води Нарзан [8]. Додатково: вітаміни А, РР, Е. В раціоні 30 % повинні складати рослинні жири. Співвідношення білки, жири, вуглеводи повинно бути як 1 : 1 : 3. Цей раціон впливає на регуляторні системи організму (нервову та ендокринну). Він має забезпечувати гіпоалергенну спрямованість. До раціону включаються білки з підвищеним вмістом сірковмісних амінокислот (але низьким вмістом триптофану та гістидину) та лецитинів (м'ясо кролика, печінка, нерафіновані рослинні олії, сметана, вершки); солі Са, Mg, сірки; фосфати, пектини, органічні кислоти, продукти лужної орієнтації (молоко, овочі, фрукти, ягоди). Рекомендуються відварені та парові страви [8]. У раціоні обмежують вміст продуктів - багатих джерел шавлевої кислоти, хлору та натрію, а також речовин, що посилюють усмоктування алергенних речовин у кров, тобто солених та маринованих овочів, яєць, суниць, шоколаду, деяких риб (скупбрія), складних соусів, бобів, полуниці, малини, какао, гострих та екстрактивних речовин [7].

Введення аскорбінової кислоти одночасно з хромом знижує накопичення Хрому в органах і зменшує пошкодження печінки та нирок [9]. Високі дози вітаміну С, який сильним антиоксидантом, використовують при лікуванні інтоксикацій хромом [10]. Встановлено, що вітамін С захищає тканини від дії Cr (VI), пошкодження ДНК, утворюючи інертний комплекс Cr (III) з вітаміном С [11].

Використання суміші овочевих та плодових пюре з високим вмістом вітамінів С, Е, А та каротинів), що мають антиоксидантні властивості й можна рекомендувати у поєднанні з гіпербаричною оксигенацією як лікувально-профілактичний засіб для працівників з Хромом [12].

Вітамін С, цистеїн підсилюють детоксикацію хроматів шляхом його відновлення до тривалентного хрому, знижують мутаційні перетворення у робітників, які контактують з важкими металами [13,14].

Глутатіон відіграє важливу роль у внутрішньоклітинному відновленні Cr (VI) до Cr (III), за рахунок меркаптогрупи цистеїну, що входить до складу трипептиду [15].

ЕДТА та амінокислоти можуть інактивувати відновлений Хром (III) утворюючи хелатні комплексні сполуки [16].

Таким чином, не дивлячись на деякі успіхи у питаннях профілактики хромової інтоксикації, все ж таки не прослідковується єдиного комплексного методичного підходу до розв'язування цієї важливої проблеми.

Метою даної роботи є дослідження механізму відновлення шестивалентного хрому цистеїном, який можна рекомендувати як антиоксидант та комплексоутворювача для зменшення інтоксикації хроматами.

Метод дослідження.

Координаційна формула для комплексної солі хрому (III) з цистином, що утворилася, була виведена на основі даних ІЧ-спектроскопії (Specord 75 IR, таблетки KBr), електронної спектроскопії (СФ – 46, водні розчини концентрації 10^{-2} – 10^{-3} моль/л) і кондуктометричних вимірювань (місток Р – 58), водні розчини концентрацією 10^{-3} моль/л у термостатованій комірці з платиновими електродами).

При визначенні токсичності розчин солей хрому(III) вводили внутрішньочеревно у дозах, що зростають. У досвіді було 6 груп тварин. Після орієнтовного визначення дозування препарату вводили випробовану речовину 48 мишам обох статей масою 15-22 г (по 8 у кожній групі). За станом тварин вели спостереження протягом 10 днів після ін'єкції. Реєструвалися терміни загибелі тварин у кожній групі. Розрахунок LD50 проводили методом найменших квадратів (Litchfield, Wilcoxon в модифікації В.Б.Прозоровського).

Результати досліджень.

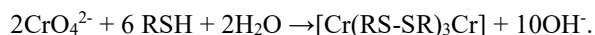
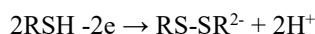
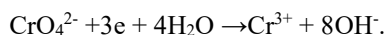
Шестивалентний Хром є встановленим канцерогенним агентом, який не входить у пряму реакцію з ДНК. Його генотоксичність включає стадію відновлення з утворенням активних форм кисню та радикалів, а також форм з нижчою валентністю, які утворюють стабільні комплекси із внутрішньоклітинними макромолекулами. Тривалентна форма Хрому може безпосередньо вступати в реакцію з генетичним матеріалом та спричиняє окислювальні пошкодження *in vitro*. Тіолові антиоксиданти глутатіон та цистеїн в лімфоцитах периферичної крові важливі у відповідь на окислювальний стрес [17].

Авторами [18] запропонований механізм відновлення шестивалентного Хромату 50 – 250-кратним надлишком цистеїну (рН = 7,0 – 7,7. Він включає наступне: утворення комплексу Cr(VI) з двома цистеїновими лігандами; його перетворення комплекс-попередник Cr (III) шляхом послідовного одноелектронного відновлення трьома молекулами цистеїну, і внутрішньомолекулярне перегрупування комплексу-попередника Cr (III), що призводить до

кінцевого продукту утворення комплексу хрому (III) з цистеїном та утворення вільного цистину.

Характерною хімічною особливістю цистеїну є наявність в його молекулі дуже реакційно здатної сульфгідрильної групи (SH); яка може окислюватися як спонтанно, так і під дією спеціальних ферментів. Цистеїн є одним із найсильніших антиоксидантів, його антиоксидантна дія посилюється при одночасному прийманні селену та вітаміну С (ефект синергізму). Як антиоксидант цистеїн використовують у харчовій промисловості для збереження вітаміну С в готових продуктах [19]. Через наявність у цистеїні трьох функціональних груп можливе утворення відповідно трьох рядів похідних з хелатною структурою.

Нами розглянули відновлення хромату калію цистеїном у водному розчині. Використовуючи спектрометричні методи встановлена будова продукту реакції цистинату хрому (III). При молярному співвідношенні хромату калію та цистеїну 1 : 3, в розчині відбуваються реакції відновлення шестивалентного Хрому до тривалентного, окислення цистеїну в цистин, далі відбувалося комплексоутворення Хрому (III) з цистином та частковий гідроліз. Розчин поступово змінював колір з жовтого на зелений на потім на фіолетовий:



В дослідженні брали 100 мл 0,1 Н розчину K_2CrO_4 (вміст Cr (VI) 1,7 г/л) додавали 1,21 г цистеїну. Ступень відновлення хромату калію контролювали за спектрами поглинання. Для підтвердження повного відновлення хрому, провели аналіз на вміст Хрому у виділених осадах. Маса отриманого комплексу цистинату хрому (III) склала 1,2360 г. Вміст Cr^{3+} в осаді 1,49 г/л, у фільтраті 0,19 г/л. Виділену з розчину фіолетову сполуку аналізували на вміст Хрому: знайдено Cr 12,11±0,12 %; розраховано Cr на формулу $[\text{Cr}(\text{SNO}_2\text{C}_3\text{H}_6)_6\text{Cr}]$ 12,62%. Будову цистинату хрому (III) можна представити, в якій цистин є містком між іонами хрому(III). В комплексній сполуці, що утворилася, підтверджено тетраденатна координація утвореного цистину. Згідно з дослідженнями методом електронної спектроскопії, вихідні сполуки хромат калію та цистеїн не мають смуг поглинання в області 500 – 600 нм. Для хромат-іона характерна інтенсивна смуга в УФ області, пов'язана з перенесенням заряду. А суміш через 24 години має дві смуги поглинання, характерні для d-d-переходів хрому (III) УФ ті видімії області (рис.1 – 3).

За даними ІЧ-спектра цистин у цистинаті хрому(III) координований за допомогою аміно- та карбоксильної групи. Донорні центри ліганду, координованого тетраденатно встановлені за

наступними даними: відсутні смуги поглинання валентних коливань протонованої карбоксильної групи COOH 1730 см^{-1} , відмічається значна різниця ($\nu_{\text{as}}(\text{COO}^-) - \nu_{\text{s}}(\text{COO}^-) = 290\text{ см}^{-1}$) характерна для координованого карбоксилу [20]; на зв'язок металу з аміногрупою вказує смуга поглинання з максимумами при 3190 см^{-1} та 3070 см^{-1} в комплексі [20] та смуга валентних коливань M–N при 496 нм.

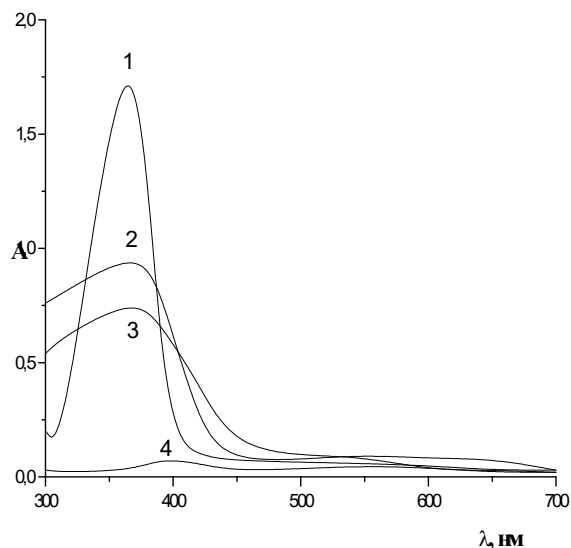


Рис. 1. Електронний спектр: 1. Хромату калію 10^{-3}M ; 2. Суміш хромату калію та цистеїну через 20 хв.; 3. Суміш хромату калію та цистеїну через 2 години; 4. Суміш хромату калію та цистеїну через 6 годин;

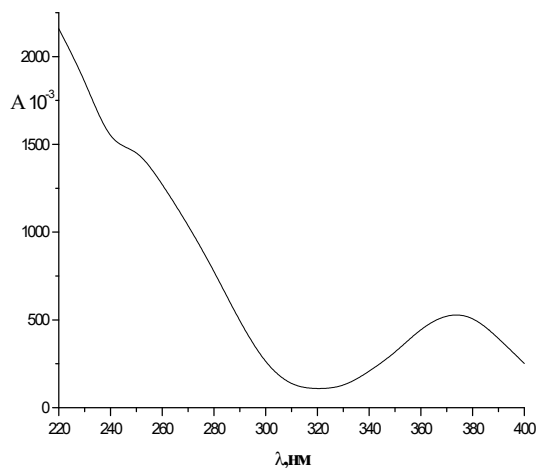


Рис.2. Електронний спектр УФ область: суміш хромату калію та цистеїну через 24 годин.

Дані про токсичність $[\text{Cr}(\text{SNO}_2\text{C}_3\text{H}_6)_6\text{Cr}]$ LD_{50} 2100 мг/кг, що значно нижче за неорганічні солі CrCl_3 $\text{LD}_{50} = 801\text{ мг/кг}$ та $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ $\text{LD}_{50} = 246\text{ мг/кг}$. Таким чином доцільним є рекомендації використання в лікувально-профілактичному харчування робітників що контактують зі сполуками Хрому (VI) сировини багатой на сірковмісні амінокислоти, пептиди та білки.

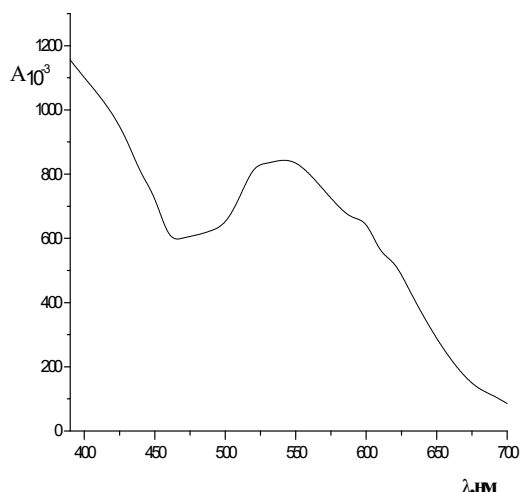


Рис. 3. Електронний спектр видима область: суміш хромату калію та цистеїну через 24 години;

В таблиці 1 наведено харчову сировину, яка містить найбільшу кількість цистеїну [21]. Багаті на цистеїн соя, насіння соняшника, горох та борошно пшениці грубого помелу.

Таблиця 1. Кількісний вміст цистеїну в харчовій сировині

Найменування сировини	Цистеїн мг/100 г продукту	Білок, %	Цистеїн г/100 г білка
Насіння соняшника	451	20,8	2,2
Горох	373	24,6	1,5
Куряче яйця	272	12,6	2,2
Куряче м'ясо (філе)	222	21,3	1,0
М'ясо індички	121	19,5	0,6
М'ясо качки	126	15,8	0,8
М'ясо гусей	122	15,2	0,8
М'ясо яловичини	259	19,0	1,4
М'ясо свинини	242	20,9	1,2
Філе червоної риби	219	20,4	1,1
Волоські горіхи	208	15,8	1,3
Кукурудзяне борошно	125	6,9	1,8
Не очищений рис	96	7,9	1,2
Молоко 3,7%	30	3,3	0,9
Соя суха	655	36,5	1,8
Пшеничне борошно грубого помелу	317	13,7	2,3
Гречане борошно	218	13,3	1,6

Також з аналізу амінокислотного складу, рекомендовано використання в профілактичному харчуванні борошняних виробів з сої, кукурудзи, гречки та пшениці грубого помелу, багатих на сірковмісні амінокислоти. В таблиці 2 наведено порівняння амінокислотного складу соєвого, гречаного та пшеничного борошна грубого помелу, та наведено значення амінокислотного скору.

Таблиця 2. Амінокислотний склад деяких видів борошна

Амінокислота	г/100 г еталон білка (2011)	Соєве борошно		Гречане борошно		Пшеничне борошно грубого помелу	
		г/100 г	СКОР %	г/100 г	СКОР %	г/100 г	СКОР %
Вміст білка, %		47,0		13,3		13,2	
Valine	4,0	4,8	120	5,1	127	4,2	105
Isoleucine	3,0	4,6	153	3,7	125	3,4	113
Leucine	6,1	7,3	120	6,3	103	6,8	112
Lysine	4,8	6,1	127	5,1	105	2,7	56
Threonine	2,5	3,6	144	3,8	152	2,8	112
Phenylalanine	4,1	7,6	185	6,1	149	7,3	178
Tyrosine							
Methionine + Cysteine	2,3	2,8	122	3,0	130	3,8	165
Tryptophan	0,66	1,4	212	1,4	212	1,3	197

Наведені види борошна мають добре забалансований амінокислотний склад. Пшеничне борошно грубого помелу поступається борошну сої та гречки по вмісту лізину, але перевищують за вмістом сірковмісних амінокислот, що робить цього цінним при сумісному використанні з іншою білковою сировиною.

Висновки та перспективи подальшого розвитку вирішення проблеми.

Для успішного розв'язку поставлених завдань необхідно визначити питання за складовими дослідження.

1. Хоча амінокислота цистеїн, що міститься в багатьох харчових продуктах, вона має властивість руйнуватися при тепловій обробці. Тому повністю задовольнити добову норму цистеїну з їжі неможливо [21, 22].

2. Рекомендацією для робітників що працюють зі сполуками Хрому є додаткове профілактичне вживання капсульованої амінокислоти цистеїну або трипептиду глутатіону, до складу якого входить залишок цистеїну.

Список літератури

1. Пovyкель Л.І., Сноз С.В., Смердова Л.М., Кривенчук В.С., Бобильова О.О. Важкі метали як фактор ризику для здоров'я людини та довкілля при поводженні з відходами електричного та електронного обладнання. Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки. 2015. Т. 1–2. С. 41–48. <file:///C:/Users/User/Downloads/str41.pdf>
2. Sharma P., Singh S.P., Parakh S.K., Tong Y.W.. Health hazards of hexavalent chromium (Cr (VI)) and its microbial reduction. *Bioengineered*. 2022; 13(3). P. 4923 – 4938. [doi:10.1080/21655979.2022.2037273](https://doi.org/10.1080/21655979.2022.2037273)
3. DesMarais T. L., Costa M. Mechanisms of Chromium-Induced Toxicity. *Curr Opin Toxicol*. 2019. 14. P. 1 – 7. <https://doi.org/10.1016/j.cotox.2019.05.003>
4. Vrednye veschestva v promyshlennosti. Neorganicheskie i elementorganicheskie soedineniya. Spravochnik dlya khimikov, inzhenerov i vrachej / Pod obshej red. N.V. Lazareva. Tom III, L.: Khimiya. 1977. 608 p.
5. Jindal R., Handa K. Hexavalent chromium-induced toxic effects on the antioxidant levels, histopathological alterations and expression of Nrf2 and MT2 genes in the branchial tissue of *Ctenopharyngodon*

- idellus. *Chemosphere*. 2019. V. 230. P. 144 – 156. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.027>
- IARC Monograph. Chromium and chromium compounds. 1990. Vol. 49, P. 49.
 - Розенберг М.С., Ромова Е.Г., Помилуйко Ю.Б. К некоторым вопросам организации лечебно-профилактического питания рабочих завода хромовых соединений. Патогенез, клиника, лечение профзаболеваний: Сб. ст. Актюбинского мед. ин-та. Актюбинск, 1977. С. 84 – 87.
 - Стефанюк В.Д. Интоксикация хромом та його сполуками: лікування, профілактика. *Современные проблемы токсикологии*. 2001. Т. 1. http://medved.kiev.ua/arkhiv_mg/st_2001/01_1_13.htm.
 - Susa N, Ueno S, Furukawa Y, Michiba N, Minoura S Induction of lipid peroxidation in mice by hexavalent chromium and its relation to the toxicity. *The Japanese Journal of Veterinary Science*, 1989, 51(6), P. 1103 – 1110. doi:10.1292/jvms1939.51.1103
 - Lewalter J., Mikshe L. On the metabolism of hexavalent chromium compounds in man // Inn. Symp. Trace, Elem. Health and Disease: Joint NTES COMTOX Meet. Espoo, 5 – 8 Jule, 1990. Abstr. Helsinki, 1990. P. 32.
 - Standeven A.M., Wetterhahn K.E. Ascorbate is the principal reductant of chromium (VI) in rat liver and Kidney ultrafiltrates. *Carcinogenesis*. 1991. 12(9). P. 1733 – 1737 doi:10.1093/carcin/12.9.1733.
 - Синявський Ю.А. Новый специализированный продукт с направленным антигоскисеческим и антиоксидантным действием. Всес. науч.-техн. конф. «Совершенствование технологических процессов производства новых видов пищевых продуктов и добавок. Использование вторичного сырья пищевых ресурсов». К., 1991. Ч. 1. 261 с.
 - Pavesi T., Moreira J.C. Mechanisms and individuality in chromium toxicity in humans. *Journal of Applied Toxicology*. 2020. 40(9) P. 1183 – 1197. <https://doi.org/10.1002/jat.3965>
 - Shawahna, R., Zyoud, A., Yahia, E.H. et al. Sub-chronic treatment with high doses of ascorbic acid reduces lead levels in hen eggs intentionally exposed to a concentrated source of lead: a pilot study. *BMC Pharmacol Toxicol*. 2020. 21(17). <https://doi.org/10.1186/s40360-020-0389-4>.
 - Debetto P., Arslan P., Antolini M. Uptake of chromate by rat thymocytes and role of glutathione in its cytoplasmic reduction. *Xenobiotica*. 2009. 18, 6. P. 657 – 664. <https://doi.org/10.3109/00498258809041704>
 - Sugijama M. Role of physiological antioxidants in chromium (VI) — induced cellular injuri. *Free Rad. Biol. Med*. 1992. 12(5) P. 397 – 407. doi: 10.1016/0891-5849(92)90089-y.
 - Goulart M., Batoréu M.C., Rodrigues A.S., Laires A., Rueff J. Lipoperoxidation products and thiol antioxidants in chromium exposed workers. *Mutagenesis*, 2005, 20(5), P. 311 – 315, <https://doi.org/10.1093/mutage/gei043>
 - Peter A. Lay, Aviva Levina. Kinetics and Mechanism of Chromium (VI) Reduction to Chromium (III) by L-Cysteine in Neutral Aqueous Solutions. *Inorg. Chem*. 1996, 35(26), 7709 – 7717 <https://doi.org/10.1021/ic960663a>
 - Huihui Dai, Hongzhou An. Effects of Cysteine on Physicochemical Properties of High-Moisture Extrudates Prepared from Plant Protein. *Foods* 2022, 11, 3109. P. 2 – 12 <https://doi.org/10.3390/foods11193109>
 - Pinto S. M.V., Tasinato N., Barone V., Amadei A., Zanetti-Polzi L., Daidone I. Modeling amino-acid side chain infrared spectra: the case of carboxylic residues. *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2020, 5. <https://doi.org/10.1039/C9CP04774C>
 - Peng Li, Wenliang He, Guoyao Wu Composition of Amino Acids in Foodstuffs for Humans and Animals. *Adv Exp Med Biol*. 2021;1332 P.189 – 210. doi: 10.1007/978-3-030-74180-8_11.
 - Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (прикладні та тести з сучасної технології переробки плодоовочевої сировини). [текст]. 2-ге вид. доп.: ч.3. Підручник з грифом МОН. Київ «ЦНЛ»: 2022, 108.
 - electronic equipment. *Current problems of toxicology, food and chemical safety*. 2015. V. 1 – 2. P. 41 – 48. <file:///C:/Users/.../Downloads/str41.pdf>
 - Sharma P., Singh S.P., Parakh S.K., Tong Y.W.. Health hazards of hexavalent chromium (Cr (VI)) and its microbial reduction. *Bioengineered*. 2022; 13(3). P. 4923 – 4938. doi:10.1080/21655979.2022.2037273
 - DesMarais T. L., Costa M. Mechanisms of Chromium-Induced Toxicity. *Curr Opin Toxicol*. 2019. 14. P. 1 – 7. <https://doi.org/10.1016/j.cotox.2019.05.003>
 - Vrednye veschestva v promyshlennosti. Neorganicheskie i elementorganicheskie soedineniya. Spravochnik dlya khimikov, inzhenerov i vrachej / Pod obshej red. N.V. Lazareva. Tom III, L.: Khimiya. 1977. 608 p.
 - Jindal R., Handa K. Hexavalent chromium-induced toxic effects on the antioxidant levels, histopathological alterations and expression of Nrf2 and MT2 genes in the branchial tissue of Ctenopharyngodon idellus. *Chemosphere*. 2019. V. 230. P. 144 – 156. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.027>
 - IARC Monograph. Chromium and chromium compounds. 1990. Vol. 49, P. 49
 - Rozenberg M.S., Romova E.G., Pomiluiiko Yu.B. To some questions of the organization of therapeutic and preventive nutrition of workers of the plant of chromium compounds. Pathogenesis, clinic, treatment of occupational diseases: Sat. Art. Aktobe honey. in-ta. Aktyubinsk, 1977. S. 84 - 87.
 - Stefanyuk V.D. Intoxication with chromium and yogo half: treatment, prevention. *Modern problems of toxicology*. 2001.V. 1. http://medved.kiev.ua/arkhiv_mg/st_2001/01_1_13.htm.
 - Susa N, Ueno S, Furukawa Y, Michiba N, Minoura S Induction of lipid peroxidation in mice by hexavalent chromium and its relation to the toxicity. *The Japanese Journal of Veterinary Science*, 1989, 51(6), P. 1103 – 1110. doi:10.1292/jvms1939.51.1103
 - Lewalter J., Mikshe L. On the metabolism of hexavalent chromium compounds in man // Inn. Symp. Trace, Elem. Health and Disease: Joint NTES COMTOX Meet. Espoo, 5 – 8 Jule, 1990. Abstr. Helsinki, 1990. P. 32.
 - Standeven A.M., Wetterhahn K.E. Ascorbate is the principal reductant of chromium (VI) in rat liver and Kidney ultrafiltrates. *Carcinogenesis*. 1991. 12(9). P. 1733–1737 doi:10.1093/carcin/12.9.1733.
 - Sinyavsky Yu.A. A new specialized product with directed antitoxic and antioxidant action. Vses. sci.-tech. conf. "Improvement of technological processes for the production of new types of food products and additives. Use of secondary raw materials of food resources". K., 1991. 1. 261 p.
 - Pavesi T., Moreira J.C. Mechanisms and individuality in chromium toxicity in humans. *Journal of Applied Toxicology*. 2020. 40(9) P. 1183 – 1197. <https://doi.org/10.1002/jat.3965>
 - Shawahna, R., Zyoud, A., Yahia, E.H. et al. Sub-chronic treatment with high doses of ascorbic acid reduces lead levels in hen eggs intentionally exposed to a concentrated source of lead: a pilot study. *BMC Pharmacol Toxicol*. 2020. 21(17). <https://doi.org/10.1186/s40360-020-0389-4>.
 - Debetto P., Arslan P., Antolini M. Uptake of chromate by rat thymocytes and role of glutathione in its cytoplasmic reduction. *Xenobiotica*. 2009. 18, 6. P. 657 – 664. <https://doi.org/10.3109/00498258809041704>
 - Sugijama M. Role of physiological antioxidants in chromium (VI) — induced cellular injuri. *Free Rad. Biol. Med*. 1992. 12(5) P. 397 – 407. doi: 10.1016/0891-5849(92)90089-y.
 - Goulart M., Batoréu M.C., Rodrigues A.S., Laires A., Rueff J. Lipoperoxidation products and thiol antioxidants in chromium exposed workers. *Mutagenesis*, 2005, 20(5), P. 311 – 315, <https://doi.org/10.1093/mutage/gei043>
 - Peter A. Lay, Aviva Levina. Kinetics and Mechanism of Chromium (VI) Reduction to Chromium (III) by L-Cysteine in Neutral Aqueous Solutions. *Inorg. Chem*. 1996, 35(26), 7709 – 7717 <https://doi.org/10.1021/ic960663a>
 - Huihui Dai, Hongzhou An. Effects of Cysteine on Physicochemical Properties of High-Moisture Extrudates Prepared from Plant Protein. *Foods* 2022, 11, 3109. P. 2 – 12 <https://doi.org/10.3390/foods11193109>
 - Pinto S. M.V., Tasinato N., Barone V., Amadei A., Zanetti-Polzi L., Daidone I. Modeling amino-acid side chain infrared spectra: the case of

References (transliterated)

- Povyakel L.I., Snoz S.V., Smerdova L.M., Krivenchuk V.C., Bobil'ova O.O. Important factors have been a risk factor for healthy people and dovkillya when caused by the inputs of electrical and

- carboxylic residues. *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2020, 5. <https://doi.org/10.1039/C9CP04774C>
21. Peng Li, Wenliang He, Guoyao Wu Composition of Amino Acids in Foodstuffs for Humans and Animals. *Adv Exp Med Biol*. 2021;1332 P.189 – 210. doi: 10.1007/978-3-030-74180-8_11.
22. Buhkalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoї promislivosti u prikladah i zadachah (prikjadi ta testi z suchasnoї tehnologii pererobki plodoovochevoї sirovini). [tekst]. 2-ge vid. dop.: ch.3. Pidruchnik z grifom MON. Kiiv «CNL»: 2022, 108.

Надійшла (received) 01.07.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Чернушенко Олена Олександрівна (Чернушенко Елена Александровна, Chernushenko Elena Alexandrovna) – кандидат хімічних наук, доцент кафедри харчових технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6386-7646>; e-mail: Linechern@gmail.com.

Агаян Тамара Рафіївна (Агаян Тамара Рафиевна, Aghaian Tamara Rafiyivna) – студентка кафедри харчових технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна; e-mail: tomulya.agayan@gmail.com

Кравченко Денис Сергійович (Кравченко Денис Сергеевич, Kravchenko Denis Sergeevich) – студентка кафедри харчових технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна; e-mail: denkravchstud@gmail.com

Е. А. ЧЕРНУШЕНКО, А. Р. АГАЯН, Д.С. КРАВЧЕНКО

РОЛЬ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ АМИНОКИСЛОТ В ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ ПИТАНИИ РАБОЧИХ ЧТО КОНТАКТИРУЮТ С ХРОМОМ

В мире большое количество работников подвергаются влиянию паров, тумана и пыли, содержащей Хром и его соединения. Одним из путей профилактики интоксикации хромом является обогащение пищевых рационов веществами, что имеют антиоксидантную и комплексообразующую способность. Акцентировано внимание на рекомендации по использованию серосодержащих аминокислот и белков богатых серой в составе пищевых продуктов для профилактики интоксикаций у рабочих, что контактируют на производствах с хромом. Был рассмотрен механизм восстановления цистеином соединений шестивалентного хрома. Показано, что процесс восстановления хроматов цистеином сопровождается окислением цистеина до цистина и последующим комплексообразованием с хромом трехвалентным. Строение цистинату хрома (III) подтверждено ИК- и электронной спектроскопией, элементным анализом. Установлено, что в образованном хелатном комплексе $[Cr(SNO_2C_3H_6)_6Cr]$, хром (III) имеет связь с цистином через амино- и карбоксильную группу, LD₅₀ 2100 мг/кг и менее токсичный, чем неорганические соли хрома (III). В статье проанализировано белковое сырье богатое на цистеин, которое можно рекомендовать, чтобы удовлетворить суточную норму цистеина, или для уменьшения интоксикации хромом рабочих, работающих в рабочей зоне с высоким содержанием солей хрома.

Ключевые слова: безопасность пищевых продуктов, гигиенический контроль, лечебно-профилактическое питание, гигиена питания, цистеин, токсичность хрома

О. О. ЧЕРНУШЕНКО, А. Р. АГАЯН, Д.С. КРАВЧЕНКО

РОЛЬ СІРКОВМІСНИХ АМІНОКИСЛОТ У ПРОФІЛАКТИЧНОМУ ХАРЧУВАННІ РОБІТНИКІВ ЩО КОНТАКТУЮТЬ З ХРОМОМ

У світі велика кількість працівників піддаються впливу парів, туману і пилу, що містять Хром та його сполуки. Одним зі шляхів профілактики інтоксикації хромом є збагачення харчових раціонів речовинами, що мають антиоксидантну та комплексоутворюючу здатність. Акцентовано увагу на рекомендаціях щодо використання сірковмісних амінокислот, білків багатих на сірку в складі харчових продуктів для профілактики інтоксикації у робітників що контактують на виробництвах з хромом. Були розглянутий механізм відновлення цистеїном сполук шестивалентного хрому. Показано, що процес відновлення хроматів цистеїном супроводжується окисленням цистеїну до цистину та подальшим комплексоутворенням з хромом тривалентним. Будова цистинату хрому (III) підтверджено ІЧ- та електронною спектроскопією, елементним аналізом. Встановлено, що в утвореному хелатному комплексі $[Cr(SNO_2C_3H_6)_6Cr]$, хром (III) має зв'язок з цистином через аміно- та карбоксильну групу, LD₅₀ 2100 мг/кг і менш токсичний ніж неорганічні солі хрому (III). В статті проаналізована білкова сировина багата на цистеїн, яку можна рекомендувати, щоб задовольнити добову норму цистеїну, або для зменшення інтоксикації хромом робітників що працюють в робочій зоні з високим вмістом солей хрому.

Ключові слова: безпека харчових продуктів, гігієнічний контроль, лікувально-профілактичне харчування, гігієна харчування, цистеїн, токсичність хрому

О. В. БІЛОУС

ІННОВАЦІЙНІ ЗАХОДИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЗДОРОВ'Я ТА ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 017 «ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА І СПОРТ»

У статті наведена розроблена інноваційна система викладання дисципліни «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя» для студентів спеціальності 017 «Фізична культура і спорт». Надано ключі до комплексного та глибокого розуміння здоров'я. Складено список тем лекційних та практичних занять що охоплюють всі аспекти здоров'я – фізичний, психологічний, соціальний. Враховано контингент слухачів дисципліни та нагальні потреби сьогодення. В кожній з тем йде розбір чому саме так відбувається, а потім йде практичний інструментарій що робити, знову ж таки, з поясненням чому саме так. Розбір йде з біохімічної точки зору, фізіологічної, психологічної. Враховані соціальні фактори світовий досвід в спорті та фізичній культурі. Надано варіанти наукових ігрових завдань. Наведено заходи для прояву студентами себе в індивідуальній та командній роботі. Даються описи роботи і в аудиторіях, і в залах, і вдома. Курс впроваджено на кафедрі фізичного виховання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» для спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» студентів денної форми навчання в предметі «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя».

Ключові слова: здоров'я, здоровий спосіб життя, навчання студентів, біохімія, психологія, фізіологія, спорт, фізична культура, наукові ігри.

Вступ. Дисципліна «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя» є базовою для майбутніх фахівців у сфері фізичної культури і спорту. Здоровий спосіб життя був актуальним завжди, але сьогодні він все більше і більше набирає популярності серед всіх верст населення. Багато людей починають слідкувати за своїм харчуванням, жити без шкідливих звичок, займатись фізичною культурою та спортом, відвідувати фестивалі саморозвитку, ходити на оздоровчі процедури та шукати інформацію про здоровий спосіб життя. Наряду з цим багато людей шукає спеціалістів які допоможуть в складанні раціональних програм харчування, наймають персональних тренерів та записуються на індивідуальне супроводження на ведення здорового способу життя. Попит на фахівців у темі здорового способу життя великий, і на зали, басейни, гарну їжу – теж. Окрім фахівців, що вузько спеціалізуються на окремих темах, наприклад, на темі харчування, є ряд фахівців, яким теж потрібно добре знатися на питаннях пов'язаних зі здоров'ям. Це тренери та викладачі фізичної культури і спорту. Всіх їх, і вузьких фахівців, і широких, готують на спеціальності 017 «Фізична культура і спорт». Наука постійно розвивається, даючи нові програми тренувань, нові продукти харчування, нові дослідження пов'язані з фізіологією та біохімією людини. Також розвиваються медичні знання. Тому дисципліна «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя» повинна постійно оновлюватись. До того ж, треба враховувати кому саме ця дисципліна викладається та наповняти програму з огляду на майбутню професію людини. Випускники спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» напряму пов'язані з формуванням здоров'я населення, тому їх підготовка в рамках предмету «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя», а також складання програми навчання по цьому предмету, повинна бути максимально ретельною, повною та чіткою.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Мета та задачі дослідження.

З огляду на постійне оновлення знань в сфері фізичної культури, спорту, медицини, біохімії, харчових технологіях та з огляду на те що предмет «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя» викладається майбутнім формувачам здоров'я населення – необхідно постійно оновлювати робочу програму в предметі «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя», а зараз ще й включати в програму аспекти, що допоможуть справлятися зі станами, які викликає воєнний стан. До того ж, з огляду на те що у вільному доступі на просторах інтернету є багато рекомендацій по здоров'ю – необхідно в рамках предмету давати не тільки знання, а й сформувані цілісність системи здорового способу життя та створити цікаві форми передачі знань та оволодіння ними. Тому розробка принципово нової системи ведення дисципліни «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя» є актуальним науковим завданням, яке вирішує дана робота.

Мета роботи – розробити комплексну інноваційну програму викладання дисципліни «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя».

Задачі дослідження:

1) оцінити поточний стан суспільства та його потреб в контексті здоров'я та здорового способу життя;

2) сформувати наповнення програми по основним факторам, впливаючим на здоров'я;

3) сформувати програму та надати рекомендації по її використанню

Викладання матеріалів дослідження.

За визначенням Всесвітньої організації здоров'я, здоров'я – це стан повного фізичного, психічного та соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб.

Білоус О.В., 2023

Тому при викладанні дисципліни «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя» потрібно врахувати і фізіологію, і біохімію, і спорт, і фізичну культуру, і психологію, і філософію, і харчові технології. З огляду на це, створене наступне наповнення за темами.

Дисципліна включає в себе лекційні та практичні заняття.

Теми лекційних занять:

1. Здоров'я. Всесвітня організація здоров'я.
2. Перетравлення їжі.
3. Механізм утворення енергії із їжі аеробним шляхом.
4. Механізм утворення енергії із їжі анаеробним шляхом.
5. Їжа до та після тренувань.
6. Механізм м'язового скорочення та розслаблення.
7. Пульс.
8. Механізми втомлення.
9. Механізми відновлення.
10. Адаптація до м'язової роботи.
11. Транс-ізомери жирних кислот.
12. Вільні радикали. Антиоксиданти.
13. Психологічні аспекти здоров'я.
14. Соціальні аспекти здоров'я.
15. Філософія здорового способу життя.
16. Заходи для розвитку, укріплення та підтримання здоров'я.

Теми практичних занять:

1. Сумісність продуктів харчування.
2. Розподіл їжі впродовж дня.
3. Розрахунок енерговитрат.
4. Розрахунок необхідної кількості незамінних речовин.
5. Задачі на продукти харчування.
6. Створення раціональної системи харчування.
7. Задачі на пульс.
8. Зарядка.
9. Дихальна гімнастика.
10. Питний режим.
11. Огляд фільмів про здоров'я.
12. Обговорення фільмів про здоров'я.
13. Моделювання ситуації тренерства та вирішення задач.
14. Складання кросворду.
15. Гра з м'ячем на закріплення знань та реакцію, творчий та вольовий прояв себе.
16. Емоції.
17. Тренінг на основні емоції.
18. Мотиваційні та організаційні, самомотиваційні та самоорганізаційні аспекти життя.
19. Сон.
20. Режим дня.
21. Відносини.
22. Відповідальність та слухання себе.
23. Медитації.
24. Творчість.

Спочатку у студентів формується уявлення що до того що таке здоров'я. З повним розумінням

взаємозв'язків фізичного, психічного та духовного. Потім йде поглиблення в кожну із сфер із одночасним вибудовуванням зв'язків між елементами в цілісну систему.

В темах перетравлення їжі, механізм утворення енергії із їжі аеробним шляхом, механізм утворення енергії із їжі анаеробним шляхом йде повний розгляд всього шляху їжі, від того що ми її починаємо жувати і до того як електрони з цієї їжі в мітохондріях дають енергію. З повним розбором всіх етапів на кожному відділі шлунково-кишкового тракту і потім повний подальший шлях. Це потрібно для того щоб сформулювати усвідомлення важливості якісного харчування, а також для більш глибокого розуміння теми про пульс, яка буде потім (і яка є однією з ключових тем у спорті).

Далі йде розбір того за який час до тренувань можна їсти, з поясненням чому та що, і розбір через який час після тренування можна їсти, знов із вказівкою чому та що. Все це розглядається з біохімічної точки зору.

Також розбирається сумісність продуктів харчування та розподіл їжі впродовж дня.

Йде опанування розрахунку енерговитрат для різних верст населення, у тому числі – для професійних спортсменів. Це робиться здебільшого для того щоб перейти до розрахунків необхідних незамінних для організму речовин – незамінних амінокислот та незамінних жирних кислот. Також це все стає в нагоді щоб перейти до задач з розрахунками вже про продукти харчування для складання добових раціонів.

Для переходу до вкрай практичної теми – створення раціональної системи харчування – обов'язково розглядаються теми про транс-ізомери жирних кислот, а також про вільні радикали і антиоксиданти. Також розбирається питний режим. Це все щоб уникнути шкідливих компонентів їжі, та наситити корисними, особливо тими корисними що допоможуть організму справлятися з сильними фізичними та психічними навантаженнями [1-6, 9, 15, 16]. Далі розбирається механізм м'язового скорочення та розслаблення, щоб розуміти процеси які відбуваються в організмі під час фізичної активності та просто впродовж життя.

Далі йде тема про пульс.

Тема про пульс є однією з найважливіших у всьому процесі навчання бо розкриває рішучо важливі для здоров'я та тренувального процесу знання.

Завдяки оволодіння цією темою можна знати який пульс не слід перевищувати новачкам у спорті на тренуваннях з тим щоб не було зайвого навантаження на серце.

Також по пульсу можна перевірити чи гарне у людини відновлення. Ще можна розрахувати який пульс не слід перевищувати на розминці та зарядці. Можна визначити на якому пульсі тренуватись для активного спалювання жирів. Знання теми про пульс стає основою для розрахунків тренувальних ефектів.

Контролюючи пульс, тобто виконуючи завдання на тренуваннях на конкретному пульсі, можна збільшувати в об'ємі легені, зміцнювати серце, збільшувати у клітинах кількість мітохондрій та ферментів тканинного дихання, збільшувати м'язи, підвищувати концентрацію глікогену та активність ферментів.

Після теоретичного розбору теми пульс і вивчення методики розрахунків – дається багато практичних задач для практики, а також практична робота зі своїм тілом в залі на різних пульсах для формування не тільки знань, а й вивчення відчуттів в тілі на тому чи іншому пульсі з одночасним вивченням відчуттів при проявленні того чи іншого тренувального ефекту [17, 20, 21].

Обов'язково є необхідними для розбору теми про молекулярні механізми втоми та відновлення, про адаптацію. В них розбирається що відбувається з продуктами обміну на тренуваннях та що робити щоб допомогти організму більш швидкому та повному їх перетворенню. Розбирається таке явище як суперкомпенсація та йде пояснення як визначати необхідну кількість тренувань на тиждень та їх інтенсивність. Розбираються умови для ефективного відновлення та покращення результатів.

Один з важливих аспектів підготовки – розбір психологічних аспектів здоров'я. Бо наші почуття напряму впливають на наше здоров'я.

Також важливі соціальні аспекти здоров'я, бо якщо людина ходє на роботу, яку не любє, то рано чи пізно проблеми з'являться і на фізичному рівні. Бо в нашому організмі все пов'язано і все на все впливає. Дається студентам пояснення як обирати собі роботу, як досягати в ній успіху, як проявляти себе.

Філософія здорового способу життя є глибокою та необхідною темою. Даються і притчі, і мудрі фрази, і тексти, і книжки, і дискусії, і творчі кола. Все для того щоб студент відчув та зрозумів, що здоровий спосіб життя – це філософія життя, а не інструкція. Бо інструкції і забуваються, і важко виконуються. А от філософія – це те що йде вже від серця. Якщо є внутрішня потреба та бажання бути здоровим – то набагато стабільнішим буде результат та набагато приємнішим – шлях.

Наводяться заходи для розвитку, укріплення та підтримання здоров'я.

В рамках курсу студенти навчаються правильній зарядці. Формується розуміння що зарядка потрібна всім кожного дня, навіть якщо людина професійний спортсмен і йде на ранкове тренування.

Наводяться пульсові режими зарядки, надаються вправи. Йде дуже ретельний розбір вихідних положень під час вправ. Пояснюється як і чому необхідно витягувати хребет перед вправами. Дається розбір сутності зарядки і далі, вже на цю сутність, нанизуються вправи під конкретні потреби конкретних людей. Студент навчається розуміти кому що підібрати та дати.

Дихальна гімнастика є важливою складовою курсу. Вона потрібна людям розмовних професій як

складова профілактики голосових перевантажень, а також дихальна гімнастика потрібна всім людям як складова розвитку організму. Дається техніка та йде відпрацювання вправ під наглядом викладача. Пояснюються температурні режими в яких оптимально робити дихальну гімнастику та одяг для неї. В рамках курсу викладач дає студентам вибірку фільмів про здоров'я і потім йде сумісне обговорення цих фільмів. З завданнями та висновками. Ключовий фільм – «Траса 60», бо в ньому висвітлюються всі аспекти здоров'я. і фізичного, і психічного, і соціального.

Окрім фільмів, для надання жвавості процесу навчання в рамках курсу застосовується багато наукових ігор та моделювання ситуацій. Одна з них – моделювання ситуації тренерства та вирішення задач пов'язаних з тренуваннями та реакціями вихованців. Студенти розбиваються на команди та отримують ситуацію із життя на розбір. Їм потрібно зрозуміти біохімічні та психологічні причини, що привели до цієї ситуації, а також надати рекомендації по шляхам вирішення ситуації з ґрунтовним поясненням їх з точки зору біохімії, фізіології та психології.

Ще одне з ігрових завдань – складання кросворду. Студенти поділяються на команди і кожна команда складає кросворд, кодуючи в слова щось з пройденого матеріалу. Це на пів пари завдання. Потім студенти обмінюються кросвордами та відгадують їх, працюючи ще пів пари.

Ще один з елементів гри – гра з м'ячем на закріплення знань та реакцію, творчий та вольовий прояв себе.

Студенти становляться в коло і одному з них дається тенісний м'яч. Студент кидає цей м'яч будь-якому одногрупнику ставлячи при цьому питання з пройденого матеріалу, поки цей м'яч летить. Студент, що отримав м'яч – відповідає на запитання та кидає м'яч наступному студенту, ставлячи вже своє запитання з пройденого матеріалу. Якщо студент, що отримав м'яч, не може відповісти на питання – він вибуває з кола, або якщо не може задати питання – теж вибуває з кола. Останній студент що залишиться в колі – переможець. Йому можна, як варіант, додати додаткові рейтингові бали в семестрову оцінку.

В такий грі студентам потрібно проявляти і знання, і реакцію, і, навіть, тактику, думаючи кому кидати м'яч з тим, щоб одержати перемогу.

В наведених вище іграх проявляється і командний дух, і дух суперництва, що добре підходить студентам спортивних спеціальностей. Також є варіації наведених ігор [10-14, 19].

Важлива складова навчального процесу з предмету «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя» – робота з емоціями. Йде розбір які вони бувають та даються практики на вмиле проживання цих емоцій. Пояснюється що немає «гарних» чи «поганих» емоцій. Дається розуміння що всі емоції – це «маячки», які показують що нам потрібно в цей момент. Йде навчання з прислуховування до себе та формується звичка чути

себе та реагувати на сигнали організму. Вміле проживання емоцій – основа психічної складової здоров'я. В рамках курсу дається тренінг на основні емоції.

В рамках дискусії з студентами викладач розбирає мотиваційні, організаційні, самомотиваційні, самоорганізаційні аспекти життя.

Обов'язковою темою в курсі є тема сну. Бо сон – найпростіший, але найдієвіший інструмент відновлення. Дається розбір сну з точки зору фізіології, а потім надаються рекомендації для здорового сну. Включаючи і кліматичні умови, і вимоги до житлового простору, і поведінка до сну та після пробудження. Тема розбирається комплексно, щоб були не тільки рекомендації, а розуміння чому саме так. В принципі, це основна «фішка» курсу – розібрати все настільки детально, послідовно та глибоко, щоб на кожний аспект було зрозуміло чому саме так. Маючи це розуміння фахівець може вже розроблювати індивідуальні рекомендації по здоров'ю під кожного індивідуально, приносячи максимальну користь здоров'ю.

Маючи всі попередньо надбані в курсі знання можна переходити до наступної теми – режим дня. Режим дня складається з урахуванням і тренувань, і сну, і харчування, і часу для відпочинку, і навчання. Також є розбір того наскільки важливо дотримуватись режиму та йде пояснення що життя в раціональному режимі – запорука здоров'я та продуктивності, а як наслідок – успіху та гарного самопочуття.

Звісно ж, в курсі розбирається також тема відносин. Бо люди – то соціальні істоти і відносини напряму впливають на здоров'я. відносини між чоловіком та жінкою, дружні відносини, відносини з колегами та просто здатність спілкуватися з людьми. Це все розбирається і в окремій темі, і впродовж курсу в рамках різних тем та завдань – теж формується здатність на навчання механізм прояву себе та вміння спілкування з людьми. В рамках курсу є багато індивідуальних та командних виступів студентів. Заохочується творчість. Створюються атмосфера дружності та взаємопідтримки і створюються умови для безпечного прояву кожного як індивідуальності. Викладач – для студента. І вчитель, і друг, і приклад.

Розбираються в курсі і аспекти відповідальності. І перед собою, і в першу чергу, перед собою, і перед іншими, і перед природою. Формується турботливе відношення до природи, до себе, до оточуючих. Наголошується важливість слухання себе.

Розбираються медитації. І з теоретичної, і з практичної точки зору. Студенти під наставництвом викладача виконують та вивчають медитації, вчать їх проводити іншим. Практикують самі їх та спостерігають за ефектами. Вчать підбирати медитації під потреби кожного окремо [7, 8, 18].

Весь курс йде в ключі творчості та наголошується важливість творчості по життю, створюються умови для заохочення творчості та для прояву в собі творчості. Викладання йде з позиції любові.

Такий курс є цільним, глибоким та дуже корисним. Дійсно створює платформу розуміння здоров'я та дає ключі к формуванню здоров'я. Після проходження курсу життя виходить на новий рівень та з'являється можливість допомагати ще й іншим у формуванні здоров'я.

Висновки та перспективи подальшого розвитку.

Розроблено інноваційну систему викладання предмету «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя» для студентів спеціальності 017 «Фізична культура і спорт».

В системі йде комплексний підхід до здоров'я з широким асортиментом викладацьких інструментів роботи з аудиторією та широким спектром тем.

Успішне оволодіння курсом формує у студентів стабільну базу для формування свого здоров'я, праці зі здоров'ям населення, а також можливості та бачення подальшого розвитку.

Система розроблена на основі сучасних знань і з урахуванням стану суспільства та процесів які в ньому відбуваються. Також з урахуванням контингенту слухачів – студентів-спортсменів.

Курс впроваджено на кафедрі фізичного виховання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» для спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» студентів денної форми навчання в предметі «Основи теорії здоров'я та здорового способу життя».

Список літератури

1. Білоус О.В. Технологія стабілізації рослинних олій комплексним антиоксидантом: дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук: 02.07.15 / Білоус Олеся Валеріївна. – Харків, 2015 – 206 с.
2. Білоус О. В. Деякі аспекти раціонального харчування при підготовці спортсменів високої кваліфікації / О. В. Білоус // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 29 (1201). – С. 96-100.
3. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.И., ДЕНИСОВА А.С., ДЕМИДОВ И.М., КАПУСТЕНКО П.О., АРСЕНЬЕВА О.П., БІЛОУС О.В., ОЛЬХОВСЬКА О.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи). Київ «Центр учбової літератури»: 2016, 470 с.
4. Білоус О.В. Some opportunities of development oil stabilization technology against oxidative spoilage / О.В. Білоус, С.І.Бухкало // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 18 (1240). – С. 24-28.
5. Білоус О.В. Вплив антиоксидантів на енергозабезпечення бігунів марафонців / О.В. Білоус, Л.А. Сич // XXV Міжнародна н-практична конф. магістрантів та аспірантів (18–21 квітня 2017 року): матеріали конф. – Ч. 3 / за ред. проф. Є.І. Сокола. – Х : НТУ «ХПІ», 2017. – с 248.
6. Білоус О. В. Деякі питання викладання дисципліни біохімія харчування для студентів спеціальності «Фізична культура і спорт» / О. В. Білоус, С.І.Бухкало // Вісник НТУ «ХПІ». – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 41 (1263). – С. 58–64.
7. Білоус О.В. Йога-нідра як складова психологічної підготовки спортсменів до змагань / О.В. Білоус, Н.Ю. Борейко // «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: Тези доповідей XII Міжн. науково-практичної конференції магістрантів та аспірантів, 17–20 квітня 2018 р., Харків : у 3-х ч. – Ч. 2 / за ред. проф. Сокола Є.І. – Х: НТУ «ХПІ», 2018. – С. 180.
8. Білоус О.В. Вплив психологічної установки на учбово-тренувальний та змагальний процес спортсменів / О.В. Білоус,

- Н.Ю. Борејко // «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: Тези доповідей XXVI Міжн. н-практичної конф. 16–18 травня 2018 р., X. : Ч. 4 / за ред. проф. Сокола Є.І. Х. НТУ «ХП», 2018. С. 68.
9. Bilous Olesia. Development of complex antioxidant for athletes // Technology transfer: fundamental principles and innovative technical solutions: Proceedings of the 2th annual conf, 23 november 2018, Tallinn, Estonia. – pp. 6–8.
 10. Білоус О.В. Інноваційні заходи при викладанні дисципліни «Біохімія фізичної культури і спорту» для студентів спеціальності «Фізична культура і спорт» / О.В. Білоус, М.С. Журбін // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт): зб. наук. праць. Київ: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2019. – № 3К (110). – С. 57–60.
 11. Білоус О.В. Розробка та застосування ситуаційної задачі-гри при викладанні дисципліни «Біохімія фізичної культури і спорту» / О.В. Білоус, М.С. Журбін // Актуальні проблеми і перспективи розвитку фізичного виховання та спорту в закладах освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Кременчуцький педагогічний коледж імені А.С. Макаренка, 25 квітня 2019 року) / за ред. Кулікова Т.В. – Кременчук: Методичний кабінет, – 2019. – С. 153–156.
 12. Білоус О.В. Розробка та застосування гри на створення наукової казки при викладанні дисципліни «Біохімія фізичної культури і спорту». «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: Тези доповідей XXVII Міжн. н-практичної конф. 15–17 травня 2019 р., Ч. 4 / за ред. проф. Сокола Є.І. – Х: НТУ «ХП», 2019. – С. 61.
 13. Білоус О.В. Контроль знань по дисципліні «Біохімія фізичної культури і спорту» в ігровій формі. Здоров'я нації і вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти: матеріали I Міжн. н-практичної конф, 3-4 жовтня 2019 р., X. / за ред. Кіпінського А.В., Білоус О.В. – Х: Друкарня Мадрид, 2019. – С. 9–10.
 14. Савченко М.О. Складання кросворда як спосіб контролю знань з дисципліни «Біохімія фізичної культури і спорту» / М.О. Савченко, О.В. Білоус, С.Р. Грзделідзе // Здоров'я нації і вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти: матеріали I Міжн. н-практичної конф. 3–4 жовтня 2019 р., X. / за ред. Кіпінського А.В., Білоус О.В. Х: Друкарня Мадрид, 2019. – С. 22-24.
 15. Bilous O. Development of a food antioxidant complex of plant origin / O. Bilous, N. Sytnik, S. Bukhhalo, V. Glukhykh, G. Sabadosh, V. Natarov, N. Yarmysh, S. Zakharkiv, T. Kravchenko, V. Mazaeva // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Kharkiv: PC «TECHNOLOGY CENTER», 2019. – № 6/11 (102). – С. 66-73.
 16. Sytnik N. Research of oxidative stability of vegetable oils for use in sport nutrition / N. Sytnik, V. Mazaeva, O. Bilous, S. Bukhhalo, V. Glukhykh, G. Sabadosh, V. Natarov, N. Yarmysh, T. Kravchenko, S. Zakharkiv // Technology audit and production reserves. – Kharkiv: PC «TECHNOLOGY CENTER», 2019. – № 6/3 (50). – С. 26–30.
 17. Білоус О.В. Формування знань студентів щодо залежності інтенсивності фізичних навантажень від пульсу / О.В. Білоус, Д.Р. Омарова, О.І. Кавелін, В.В. Фоменко // «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: Тези доповідей XXVIII Міжн. науково-практичної конференції, 28–30 жовтня 2020 р., X. : Ч. 4 / за ред. проф. Сокола Є.І. Х.: НТУ «ХП», 2020. – С. 58.
 18. Білоус О.В. Йога-нідра в системі підготовки спеціалістів в області фізичного виховання і спорту // Здоров'я нації і вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти: матеріали II Міжн. н-практичної конференції, 22-23 квітня 2021 р., Харків / за ред. Кіпінського А.В., Білоус О.В. – Харків: Друкарня Мадрид, 2021. – С. 3–10.
 19. Educational Processes Management: Development in Reform Context. Editors: Olena Tryfonova & Slawomir Śliwa. Authors: Olesia Bilous, Alla Voids, Julia Gasan and others. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021, pp.308;
 20. National health as determinant of sustainable development of society. Editors: Nadiya Dubrovina, Stanislav Filip. Authors: Olesia Bilous, Serhii Hrdzelidze, Svitlana Shyriaieva and others. Monograph. School of economics and management in public administration in Bratislava, Bratislava, 2021, p. 788.
 21. Physical culture and sport in harmoniously developed personality formation. Editors: Volodymyr Prystynskyi, Tadeusz Pokusa. Authors: Olesia Bilous, Serhii Khirnyi and others. Monograph. Publishing House WSZiA, Opole. 2021. 384 p.

References (transliterated)

1. Bilous O.V. Tekhnolohiya stabilizatsiyi roslynnykh oliy kompleksnym antyoksydantom: dysertatsiya na zdobuttya naukovoho stupenyu kandydata tekhnichnykh nauk: 02.07.15 / Bilous Olesia Valeriyivna. – Kharkiv, 2015 – 206 p.
2. Bilous O. V. Deyaki aspekty ratsional'noho kharchuvannya pry pidhotovtsi sport-smeniv vysokoyi kvalifikatsiyi / O. V. Bilous // Visnyk NTU "KhPI", Kharkiv : NTU "KhPI", 2016. – № 29 (1201). – pp 96–100.
3. Tovazhnyansky L.L., Bukhhalo S.Y., Denysova A.YE., Demidov I.M., Kapustenko P.O., Arsen'yeva O.P., Bilous O.V., Ol'khov's'ka O.I. Zahal'na tekhnolohiya kharchovoyi promyslovosti u prykladakh i zadachakh (innovatsiyini zakhody). Kyiv «Tsentр uchbovoyi literatury»: 2016, 470 p.
4. Bilous O. V. Some opportunities of development oil stabilization technology against oxidative spoilage / O. V. Bilous, S.I.Bukhhalo // Visnyk NTU "KhPI", Kharkiv: NTU " KhPI", 2017. – № 18 (1240). – pp. 24-28.
5. Bilous O.V. Vplyv antyoksydantiv na enerhozabezpechennya bihuniv marafontsiv / O.V. Bilous, L.A. Sych // XXV Mizhn. naukovopraktychna konferentsiya mahistrantiv ta aspirantiv (18–21 kvitnya 2017 roku): materialy konf.. – CH. 3 / za red. prof. YE.I. Sokola. – Kh. : NTU «KHP», 2017. p 248.
6. Bilous O. V. Deyaki pytannya vykladannya dystsypliny biokhimiya kharchuvannya dlya studentiv spetsial'nosti «Fizychna kul'tura i sport» / O.V. Bilous, S.I. Bukhhalo // Visnyk NTU "KhPI". Kh. : NTU "KhPI", 2017. № 41 (1263). – pp. 58–64.
7. Bilous O.V. Yoha-nidra yak skladova psykholohichnoyi pidhotovky sport-smeniv do zmahan' / O.V. Bilous, N.YU. Boreyko // «Informatsiyini tekhnolohiyi: nauka, tekhnika, tekhnolohiya, osvita, zdorov'ya»: Tezy dopovidey KHII Mizhn. n-praktychnoyi konf. mahistrantiv ta aspirantiv, 17–20 kvitnya 2018 r., Kh. CH. 2 / za red. prof. Sokola YE.I. – Kh.: NTU «KHP», 2018. – p. 180.
8. Bilous O.V. Vplyv psykholohichnoyi ustanovky na uchbovotrenuvannyi ta zmahal'nyy protses sport-smeniv / O.V. Bilous, N.YU. Boreyko // «Informatsiyini tekhnolohiyi: nauka, tekhnika, tekhnolohiya, osvita, zdorov'ya»: Tezy dopovidey XXVI Mizhnarodnoyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi, 16–18 travnya 2018 r., Kh.. CH. 4 / za red. prof. Sokola YE.I. – Kharkiv: NTU «KHP», 2018. – p. 68.
9. Bilous Olesia. Development of complex antioxidant for athletes // Technology transfer: fundamental principles and innovative technical solutions: Proceedings of the 2th annual conf., 23 november 2018, Tallinn, Estonia. p. 6–8.
10. Bilous O.V. Innovatsiyini zakhody pry vykladanni dystsypliny «Biokhimiya fizychnoyi kul'tury i sportu» dlya studentiv spetsial'nosti «Fizychna kul'tura i sport» / O.V. Bilous, M.S. Zhurbin // Naukovyy chasopys Natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Seriya 15: Naukovopedahohichni problemy fizychnoyi kul'tury (fizychna kul'tura i sport): zb. nauk. prats'. – Kyiv: Vyd-vo NPU im. M. P. Drahomanova, 2019. № 3K (110). – pp. 57-60.
11. Bilous O.V. Rozrobka ta zastosuvannya sytutsiyinoyi zadachi-hry pry vykladanni dystsypliny «Biokhimiya fizychnoyi kul'tury i sportu» / O.V. Bilous, M.S. Zhurbin // Aktual'ni problemy i perspektyvy rozvytku fizychnoho vykhovannya ta sportu v zakladakh osvity: materialy Vseukrayins'koyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi (Kremenchut's'kyi pedahohichnyy koledzh imeni A.S. Makarenka, 25 kvitnya 2019 roku) / za red. Kulikova T.V. – Kremenchuk: Metodychnyy kabinet, – 2019. – pp. 153-156.
12. Bilous O.V. Rozrobka ta zastosuvannya hry na stvorennya naukovoyi kazky pry vykladanni dystsypliny «Biokhimiya fizychnoyi kul'tury i sportu» / O.V. Bilous // «Informatsiyini tekhnolohiyi: nauka, tekhnika, tekhnolohiya, osvita, zdorov'ya»: Tezy dopovidey XXVII Mizhn. n-praktychnoyi konf., 15–17 travnya

- 2019 р., Kh. – CH. 4 / за ред. проф. Sokola YE.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2019. – p. 61.
13. Bilous O.V. Kontrol' znanyu po dystsyplyne «Byokhymyya fizycheskoy kul'tury y sporta» v yhrovoy forme / O.V. Bilous // Zdorov'ya natsiyi i vdoskonalennya fizkul'turno-sportyvnoyi osvity: materialy I Mizhn naukovo-praktychnoyi konferentsiyi, 3-4 zhovtnya 2019 r., Kharkiv / za red. KIpens'koho A.V., Bilous O.V. – Kharkiv: Drukarnya Madryd, 2019. – pp. 9-10.
 14. Savchenko M.O. Skladannya krosvorda yak sposib kontrolya znan' z dystsypliny «Biokhimiya fizychnoyi kul'tury i sportu» / M.O. Savchenko, O.V. Bilous, S.R. Hrdzelidze // Zdorov'ya natsiyi i vdoskonalennya fizkul'turno-sportyvnoyi osvity: materialy I Mizhn naukovo-praktychnoyi konferentsiyi, 3-4 zhovtnya 2019 r., Kharkiv / za red. KIpens'koho A.V., Bilous O.V. – Kharkiv: Drukarnya Madryd, 2019. – pp. 22-24.
 15. Bilous O. Development of a food antioxidant complex of plant origin / O. Bilous, N. Sytnik, S. Bukhhalo, V. Glukhykh, G. Sabadosh, V. Natarov, N. Yarmysh, S. Zakharkiv, T. Kravchenko, V. Mazaeva // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Kharkiv: PC «TECHNOLOGY CENTER», 2019. – № 6/11 (102). – pp. 66-73.
 16. Sytnik N. Research of oxidative stability of vegetable oils for use in sport nutrition / N. Sytnik, V. Mazaeva, O. Bilous, S. Bukhhalo, V. Glukhykh, G. Sabadosh, V. Natarov, N. Yarmysh, T. Kravchenko, S. Zakharkiv // Technology audit and production reserves. – Kharkiv: PC «TECHNOLOGY CENTER», 2019. – № 6/3 (50). – pp. 26-30.
 17. Bilous O.V. Formuvannya znan' studentiv shchodo zalezhnosti intensyvnosti fizychnykh navantazhen' vid pul'su / O.V. Bilous, D.R.Omarova, O.I.Kavelin, V.V.Fomenko // «Informatsiyini tekhnolohiyi: nauka, tekhnika, tekhnolohiya, osvita, zdorov'ya»: Tezy dopovidey XXVIII Mizhn. N.-praktychnoyi konf., 28-30 zhovtnya 2020 r., Kh.. – CH. 4 / za red. prof. Sokola YE.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2020. – p. 58.
 18. Belous O.V. Yoha-nydra v systeme podhotovky spetsyalystov v oblasti fizycheskoho vospytannya y sporta / O.V. Belous // Zdorov'ya natsiyi i vdoskonalennya fizkul'turno-sportyvnoyi osvity: materialy II Mizhn. n.-praktychnoyi konf. 22-23 kvitnya 2021 r., Kh. / za red. KIpens'koho A.V., Bilous O.V. – Kh.: Drukarnya Madryd, 2021. – pp. 3-10.
 19. Educational Processes Management: Development in Reform Context. Editors: Olena Tryfonova & Sławomir Śliwa. Authors: Olesia Bilous, Alla Voida, Julia Gasan and others. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021, pp.308.
 20. National health as determinant of sustainable development of society. Editors: Nadiya Dubrovina, Stanislav Filip. Authors: Olesia Bilous, Serhii Hrdzelidze, Svitlana Shyriaieva and others. Monograph. School of economics and management in public administration in Bratislava, Bratislava, 2021, pp. 788. ISBN 978-80-89654-73-4. EAN 9788089654734.
 21. Physical culture and sport in harmoniously developed personality formation. Editors: Volodymyr Prystynskiy, Tadeusz Pokusa. Authors: Olesia Bilous, Serhii Khirnyi and others. Monograph. Publishing House WSZiA, Opole. 2021. 384. ISBN 978-83-66567-34-4.

Надійшла (received) 01.07.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Білоус Олеся Валеріївна (Белоус Олеся Валерьевна, Bilous Olesia) – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізичного виховання, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8262-2553>; e-mail: fazia@ukr.net

O. V. БЕЛОУС

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЗДОРОВЬЯ И ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 017 «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

В статье приведена разработанная инновационная система преподавания дисциплины «Основы теории здоровья и здорового образа жизни» для студентов специальности 017 «Физическая культура и спорт». Даны ключи к комплексному и глубокому пониманию здоровья. Составлен список тем лекционных и практических занятий охватывающие все аспекты здоровья – физический, психологический, социальный. Учтен контингент слушателей дисциплины и насущные потребности сегодняшнего дня. В каждой из тем идет разбор почему именно так происходит, а затем следует практический инструментарий что делать, опять же, с объяснением почему именно так. Разбор идет с биохимической точки зрения, физиологической, психологической. Учтены социальные факторы мирового опыта в спорте и физической культуры. Даны варианты научных игровых задач. Представлены мероприятия по проявлению студентами себя в индивидуальной и командной работе. Даются описания работы и в аудиториях, и в залах, и дома. Курс введен на кафедре физического воспитания Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» для специальности 017 «Физическая культура и спорт» для студентов дневной формы обучения по предмету «Основы теории здоровья и здорового образа жизни».

Ключевые слова: здоровье, здоровый образ жизни, обучение студентов, биохимия, психология, физиология, спорт, физическая культура, научные игры.

O. V. BILOUS

INNOVATIVE MEASURES OF TEACHING THE DISCIPLINE «BASIC THEORY OF HEALTH AND HEALTHY LIFESTYLE» FOR STUDENTS OF SPECIALTY 017 «PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS»

The article presents the developed innovative system of teaching the discipline «Basic theory of health and healthy lifestyle» for students of the specialty 017 «Physical culture and sports». Keys to a comprehensive and deep understanding of health are provided. A list of topics for lectures and practical classes covering all aspects of health - physical, psychological, social - has been compiled. The contingent of students of the discipline and the urgent needs of today are taken into account. In each of the topics, there is an analysis of why this is happening, and then there is a practical toolkit of what to do, again, with an explanation of why this is so. The analysis is from a biochemical, physiological, and psychological point of view. Social factors and world experience in sports and physical culture are taken into account. Variants of scientific game tasks are provided. Measures are provided for students to express themselves in individual and team work. Descriptions of work in classrooms, gyms, and at home are given. The course was implemented at the Department of Physical Education of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» for the specialty 017 «Physical Culture and Sports» of full-time students in the subject «Basic theory of health and healthy lifestyle».

Key words: health, healthy lifestyle, student education, biochemistry, psychology, physiology, sports, physical culture, scientific games.

E. A. CHERNUSHENKO, O. V. SAEVICH, A. V. NOVIK, S. O. KHRYCHOV

HYGIENIC ASSESSMENT OF VITAMIN CONSUMPTION BY STUDENTS UNDER STRESS

To preserve and strengthen the health of young people, one of the tasks of the state in the field of healthy nutrition is the development of the production of functional food products enriched with essential water- and fat-soluble vitamins; development of additives of biologically active substances and orientation of higher education to improve the level of education of students of the valedological direction, and the introduction of relevant topics, subjects in the educational process of higher educational institutions. The article is devoted to the problem of monitoring vitamins in the nutrition of student youth in modern conditions. With the help of a questionnaire and a method for determining the content of water- and fat-soluble vitamins in the daily diet, non-compliance with the principles of rational nutrition by full-time students was revealed, which negatively affects their health. For all full-time students, there is a deficiency in the intake of vitamins D 70%, C 62.5%, B9 60% and biotin 74%. The average content of vitamin C in diets for girls is 1.03 times lower than the norm, for boys it is 1.27 times lower than the norm. The intake of vitamins B2, B6, B12 and B5 with diets exceeds the recommended values. The study of the quality of diets of junior students showed that the majority of students have a polydeficient diet, unbalanced in terms of water- and fat-soluble vitamins, as well as a lack of a conscious attitude to nutrition. A low level of skills and abilities of students in organizing their own meals was revealed. An insufficient level of knowledge about proper nutrition is a potential factor in the deterioration of health, the emergence of primary and secondary alimentary diseases, and a decrease in mental performance. The ways of increasing the level of knowledge in practical nutrition of students of higher education and ways of solving the problem of balanced nutrition of students as an effective condition for improving their health as an effective condition for improving their health are proposed. It has been established that one of the priority tasks of our time is to increase the level of education of student youth on healthy nutrition.

Key words vitamins, food hygiene, environmental safety, diet, principles of rational nutrition, healthy nutrition, elements in the human body.

Вступ.

Більшість споживачів в Україні споживає дешеві харчові продукти, які характеризуються низькою біологічною цінністю, але високою енергетичністю. Крім цього у харчовому раціоні населення нашої країни спостерігається дефіцит вітамінів.

На тлі коронавірусних обмежень, зокрема дистанційного навчання, воєнних дій в Україні молоді стали більше страждати від довготривалого стресу, самотності, неспокою і депресії. Тому питання профілактики стресів для них є на сьогодні досить актуальним. Вітаміни є незамінним компонентом харчування бо відіграють важливу роль у життєзабезпеченні всіх функцій людського організму. Вітаміни виступають специфічними регуляторами фізіологічних та метаболічних процесів, які лежать в основі реалізації більшості життєвоважливих функцій організму та збалансованої роботи усіх його органів і систем [1].

У більшості країн Європи, США, Канаді та Австралії законодавча база регулює проблеми харчування населення, так норми збагачення харчових продуктів вітамінами, відповідно до національних програм, набули державного статусу і знаходяться у постійному полі зору урядів цих держав. Програми моніторингу вітамінів в раціонах харчування молоді, особливо студентів є необхідною складовою стратегії, спрямованої на ранню діагностику та оцінку ризиків захворювань у населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Фізіологічна важливість водо- та жиророзчинних вітамінів в людському організмі показана багатьма публікаціями [1–13]. Будь-які відхилення в постачанні організму вітамінів можуть призвести до змін, що супроводжуються погіршенням стану здоров'я. Вітаміни, виступаючи в ролі біологічних каталізаторів, впливають на більшість життєво важливих функцій організму.

Біологічна активність вітамінів полягає в їх ролі у ферментних системах в якості коферментів, які, зв'язуючись із білковою частиною, безпосередньо здійснюють хімічні реакції, що каталізуються даним ферментом [2]. Інша важлива функція вітамінів полягає в їх участі у формуванні і функціонуванні мембран клітин і клітинних органел [3]. Вітаміни відіграють важливу роль у забезпеченні адекватної імунної відповіді та підтримці стійкості організму до різних інфекцій, випромінювання та дії отруту. Вітаміни діють як коферменти або їх попередники (ніацин, тіамін, рибофлавін, біотин, пантотенова кислота, вітамін B6, вітамін B12, фолат, вітамін K); як компоненти антиоксидантної захисної системи організму (аскорбінова кислота, деякі каротиноїди, вітамін E); як фактори генетичного регулювання (вітаміни A, D) [3]. При нестачі вітамінів відбуваються порушення діяльності організму та зниження імунітету.

Усі відомі вітаміни розділені на дві групи: водорозчинні та жиророзчинні. Деякі з них синтезуються в організмі людини, інші надходять з харчовими продуктами.

Вітамін A поліпшує обмін речовин і приводить в дію процеси формування кісткових структур, допомагає відновлюватися тканинам епітелію, з яких формуються слизові оболонки ока, травної, дихальної систем, сечостатевої системи; є антиоксидантом та нейтралізує деструктивний вплив вільних радикалів. Вітамін A міститься як в жирах, так і рослинах. Джерелом вітаміну A є зелень і овочі, що містять каротин, який перетворюється на вітамін A в людському організмі: абрикосах, моркві, гарбузі, дині, солодкому перці, горосі, шипшині та персиках. Нестача вітаміну A підвищує ймовірність проникнення в організм інфекцій. Альдегідна форма вітаміну A входить до складу зорового пігменту – родопсину, тому його нестача може проявлятися

© Чернушенко О.О., Сасевич О.В., Новик Г.В., Хричов С.О., 2023

дегідруванням слизових оболонок, що може призвести до вільного інфікування організму патогенними мікроорганізмами, внаслідок чого у людини починає розвиватися зниження чіткості зору при сутінковому освітленні [1, 3].

Вітаміни D бере участь у регулюванні метаболізму засвоєння Кальцію і Фосфору в організмі людини і від цього вітаміну залежить формування кісткової системи. Вітамін D впливає на сприйнятливості організму до захворювань шкірних покривів і серця. Також існують наукові дані про взаємозв'язок нестачі вітаміну D з виникненням ракових захворювань. Добова потреба у вітамінах залежить від рівня вироблення організмом власного вітаміну D [4, 5]. Вітамін D в харчових продуктах міститься у риб'ячому жирі, лососі, макрелі, тунці, печінці тріски, у менших кількостях: молоці, яєчний жовток, вершковому маслі, грибах і петрушці [4].

Вітамін E має потужним антиоксидантом, тобто захищає клітини від ураження вільними радикалами, особливо еритроцити. Забезпечення організму вітаміном E контролює такі важливі показники крові, як її згортання, здатність переносити кисень і поживні речовини до клітин, та таким чином покращує стан всього організму. Також, вітамін E сприяє зміцненню стінок судин та запобігає утворенню тромбів, окисненню ненасичених жирних кислот і холестеролу, у клітинних мембранах, і таким чином перешкоджає розвитку атеросклерозу, діабету, хвороби Альцгеймера, деяких ракових захворювань [6]. Вітамін E впливає на засвоєння жирів, протидіє їх окисненню та утворенню «поганого» холестерину; бере участь у процесі засвоєння вітаміну A. Міститься вітамін E у рослинних оліях: соняшниковій, оливковій, кукурудзяному, у злакових і бобових культурах, сої, плодах шипшини та листях малини, мигдалі й арахісі, зелені (петрушка, шпинат, кріп). Особливо багато цього вітаміну в паростках пшениці та гороху. З тваринної їжі вітамін E можна отримати, включивши у свій раціон яєчні жовтки, м'ясо, печінку, молоко і вершкове масло [5, 7].

Під вітаміном K зазвичай мають на увазі ряд сполук, об'єднаних схожими властивостями. Основні з них – вітаміни K1 і K2, які відповідають за згортання крові й формування кісткової структури людини. Виробляється вітамін K бактеріями в товстому кишківнику. Вітамін K міститься в листовій зелені та в печінці тварин, волоських горіхах, соєвій олії і зернових [5].

Вітаміни групи B беруть активну участь у жировому і вуглеводному обміні речовин, тому відповідно їх вплив на організм людини дуже багатогранне. Крім того, вітаміни групи B використовуються організмом при копіюванні генетичної інформації, для передачі електричних сигналів у нервових волокнах.

Тіамін (вітамін B1) функціонує як кофермент у біохімічних реакціях, пов'язаних із метаболізмом вуглеводів. Багаті тіаміном хліб і хлібобулочні вироби з борошна грубого помелу, крупи (особливо

гречана, вівсяна, пшоняна), зернобобові (горох, квасоля, соя), печінка та інші субпродукти. Високий вміст вітаміну B1 в деяких м'ясних продуктах. Молоко, молочні продукти, плоди й овочі містять незначні кількості тіаміну. Надзвичайно багаті на тіамін дріжджі [1]. Вживання їжі з високим вмістом тіамінази (сира риба, особливо короп, оселедець, деякі морські риби та тварини) та надлишок вуглеводів у раціоні є найпоширенішими причинами гіповітамінозу [8]. Слід зазначити, що висока інтенсивність процесу навчання у студентів, пов'язана з високим функціональним навантаженням нервової системи молоді, що потребує забезпечення їх організму вищими кількостями тіаміну для адекватних процесів метаболізму в нервовій тканині. Недостатнє забезпечення студентів тіаміном призводить до зниження ефективності навчання, виникнення швидкої втоми й астеничних станів [9].

Рибофлавін (вітамін B2) необхідний для підтримки нормальних властивостей слизових оболонок ротової порожнини та статевих органів, шкіри, кровотворення і забезпечення зору. Вітамін B2 є основним компонентом коферментів окисно-відновних ферментних систем, а саме флавопротеїдів, що забезпечують окислення харчових субстратів. Найвищим є вміст рибофлавіну в печінці, сушених грибах, дріжджах, молоці та молочних продуктах (особливо твердий і м'який сири), яйцях. Багаті на рибофлавін також яловичина, телятина, м'ясо птиці, деякі види риб, зернобобові та деякі види круп (гречана, вівсяна) [1, 9].

Метаболічні функції вітаміну B6 охоплюють реакції взаємоперетворення амінокислот, утворення серотоніну та ніацину з триптофану, метаболічні реакції в головному мозку, обмін вуглеводів, розвиток імунної системи. Піридоксину (вітамін B6) належать три природні піридини: піридоксин, піридоксаль і піридоксамін. Піридоксаль і піридоксамін руйнуються під час нагрівання. Піридоксин є доволі поширеним у харчових продуктах, найвищий вміст його у пшеничному борошні, пшоні, курячій печінці, м'ясі, деяких видах риби, картоплі, моркві, капусті [10].

Вітамін B12 бере участь у синтезі нуклеїнових кислот, важливий для травної і нервової системах і червоного кісткового мозку, необхідний для дозрівання червоних кров'яних тілець, бере участь у синтезі метіоніну і холіну. Вітамін B12 є вкрай важливим для забезпечення нормального обміну жирів і вуглеводів, продукції енергії, біосинтезу білка [11]. Харчовими джерелами вітаміну є виключно продукти тваринного походження. У рослинних продуктах його практично немає. Особливо високий вміст вітаміну B12 у печінці, нирках, м'ясі, деяких видах риб, яєчному жовтку, сирі, морепродуктах [1].

Ніацин (B3) бере участь у багатьох процесах, включаючи синтез жирів, внутрішньоклітинне дихання і гліколіз; транспорті електронів, бере участь у гліколізі, окисному фосфорилуванні, окисненні

жирів, репарації ДНК, поліпшує вуглеводний обмін, діє позитивно при захворюваннях печінки, серця, виразковій хворобі шлунка і дванадцятипалої кишки, ранах і виразках, що погано загоюються, виявляє також судинозвужувальну дію [9]. Вміст ніацину у продуктах харчування майже не змінюється при нагріванні та зберіганні. Найбільше джерело ніацину – крупи (особливо гречана і рисова), хліб грубого помелу, бобові, м'ясо, печінка, нирки, риба, дріжджі, сушені гриби. Попри невисокий вміст ніацину у молоці, воно багате на триптофан, тому є потенційним джерелом вітаміну В3 [1].

Фолієва кислота (В9), як і вітамін В12, необхідна для нормального кровотворення і побудови коферментів, які каталізують синтез нуклеїнових кислот і перетворення метіоніну. Фолієва кислота особливо важлива для процесів росту і розвитку, які характеризуються високою швидкістю синтезу білка і нуклеїнових кислот, а також (разом із вітаміном В12) для попередження ожиріння печінки. Харчовими джерелами фолієвої кислоти є хліб із борошна грубого помелу, гречана і вівсяна крупи, пшоно, квасоля, цвітна капуста, зелена цибуля, листові овочі, печінка, м'який і твердий сир [12].

Вітамін С, або аскорбінова кислота, окрім зміцнення імунітету людини має ще ряд корисних властивостей: бере участь у процесах формування еритроцитів і зміцнює стінки судин; є потужним антиоксидантом, ефективно протидіє руйнуванню клітин організму вільними радикалами; бере участь в синтезі стероїдних гормонів кори наднирників, гормонів щитоподібної залози; стимулює функцію клітин, що синтезують колаген; сприяє укріпленню кісткової тканини та зубів [13]. Вітамін С міститься в капусті (як свіжій, так і квашеній), цитрусових, картоплі, шипшині, ягодах чорної смородини, шпинаті, шавлі, кропі, петрушці, зеленій цибулі та горошку, солодкому перці [1].

Основна біологічна роль вітаміну Н (біотину) пов'язана з тим, що він входить до складу ферментів, які беруть участь у метаболізмі глюкози. Біотин сприяє утворенню жирних кислот; бере участь у метаболізмі амінокислот і вуглеводів; забезпечує нормальне функціонування потових залоз, нервової тканини, кісткового мозку, чоловічих сім'яних залоз, клітин шкіри та волосся; мінімізує симптоми дефіциту цинку [8]. Багаті на біотин такі продукти: печінка, нирки, дріжджі, соя, жовтки яєць, арахіс, кукурудза, рис, вівсяна крупа, бобові, цвітна капуста, горіхи, сир [1]. Мікрофлора кишківника синтезує біотин у достатній для організму кількості.

Найбільшу потребу у вітамінах для забезпечення оптимального перебігу процесів розвитку та через активний спосіб життя і підсилене розумове навантаження мають діти та молодь.

Метою дослідження було вивчення вмісту водо- та жиророзчинних вітамінів у раціоні харчування студентів, з метою запобігання розвитку можливих захворювань, пов'язаних з недостатнім

споживанням вітамінів. Дослідження проводили на базі Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Було опитано 108 респондентів (78 дівчат та 30 юнаків). Вікова група – від 18 до 20 років. З метою з'ясування найбільш сильного впливу раціону харчування на забезпечення добового надходження елементів, дослідження проведено у зимово-весняний період, коли спостерігаються певні обмеження раціонів.

Метод дослідження.

Вміст вітамінів у середньодобовому раціоні студентів визначали за непрямим методикою тестування (анкетування) та розраховували за таблицями хімічного складу харчових продуктів [14].

Статистичну обробку результатів проводили за критерієм Ст'юдента порівнюючи з розрахованими нормами фізіологічних потреб у харчових речовинах для різних груп населення [15–22].

Результати досліджень.

За результатами анкетування добового раціону харчування з вказівкою маси продуктів та перерахунком на вміст вітамінів було визначено рівні забезпечення добових потреб та баланс постачання водо- та жиророзчинних вітамінів (таблиця 1).

Таблиця 1. Вміст вітамінів у раціоні харчування студентів ДНУ

Вітаміни	Норма вмісту вітаміну (на добу)	Середній вміст вітаміну в раціоні на добу	Баланс постачання, %	Відсоток студентів, що мають дефіцит вітамінів, %
Дівчата				
С	70 мг	67,8 мг	96,9	84
А	1000 мкг	1257 мкг	125,7	16
Е	15 мг	6,2 мг	41,3	100
Д	5 мкг	2,1 мкг	42,0	100
В1	1,3 мг	1,26 мг	96,9	62
В2	1,6 мг	1,68 мг	105,0	46
В6	1,8 мг	2,24 мг	124,0	39
Ніацин	16 мг	20,1 мг	125,6	31
Фолат	400 мкг	312 мкг	78,0	62
В12	3 мкг	4,1 мкг	136,7	6
Біотин	50 мкг	38 мкг	67,0	62
К	100 мкг	137 мкг	137,0	69
В5	5 мг	5,5 мг	110,0	39
Юнаки				
С	80 мг	62,9 мг	78,6	41
А	1000 мкг	913 мкг	91,3	22
Е	15 мг	15,5 мг	103,4	43
Д	5 мкг	2,7 мкг	54,0	40
В1	1,6 мг	2,2 мг	137,5	61
В2	2 мг	2,6 мг	130,0	43
В6	2 мг	3,2 мг	160,0	39
Ніацин	22 мг	20,1 мг	91,4	41
Фолат	400 мкг	229 мкг	57,3	58
В12	3 мкг	3,9 мкг	130,0	19
Біотин	50 мкг	40,5 мкг	81,0	56
К	110 мкг	88,8 мкг	80,7	58
В5	5 мг	5,6 мг	112,0	36

При аналізі забезпеченості вмісту необхідних вітамінів в раціонах встановлено, що вміст вітаміну С в раціонах харчування для дівчат в практично відповідає нормі, для юнаків – в 1,27 раза нижче норми (табл. 3).

Як видно з отриманих даних, раціон студентів ДНУ містить достатню кількість вітамінів групи В: В1, В2, В6, та В5 (рис. 1). Але треба відзначити недостатнє надходження вітамінів Д, С, В9 та біотину (рис. 2).

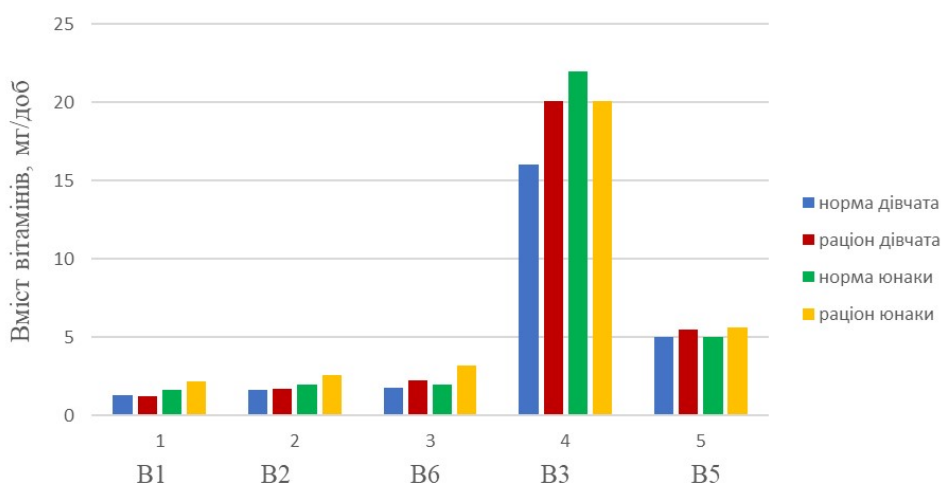


Рис. 1. Забезпечення добових потреб студентів у вітамінах групи В

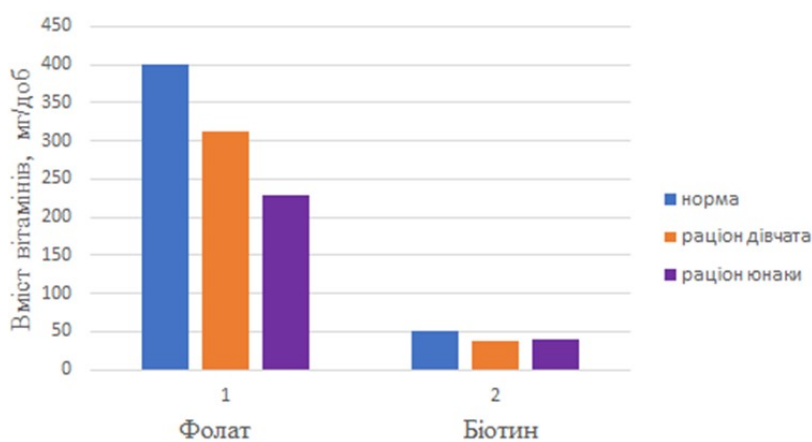


Рис. 2. Забезпечення добових потреб студентів у вітамінах фолат і біотин

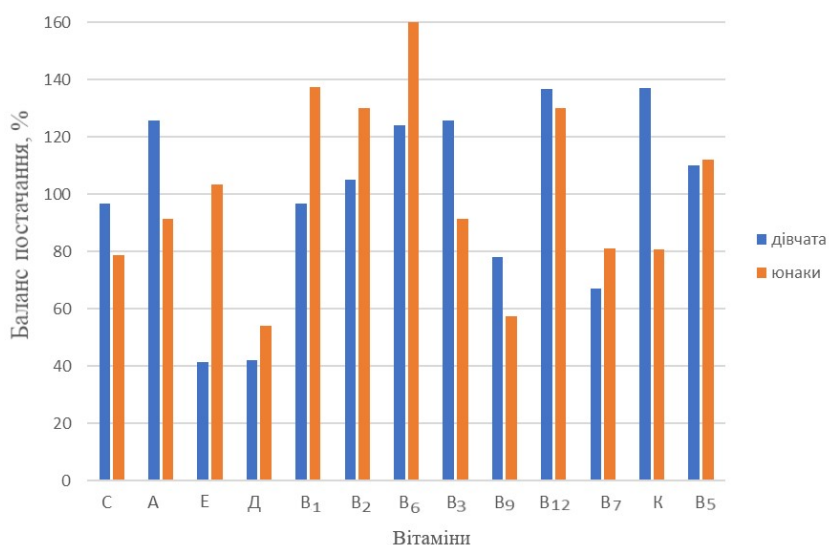


Рис. 3. Баланс постачання вітамінів з раціоном харчування у студентів

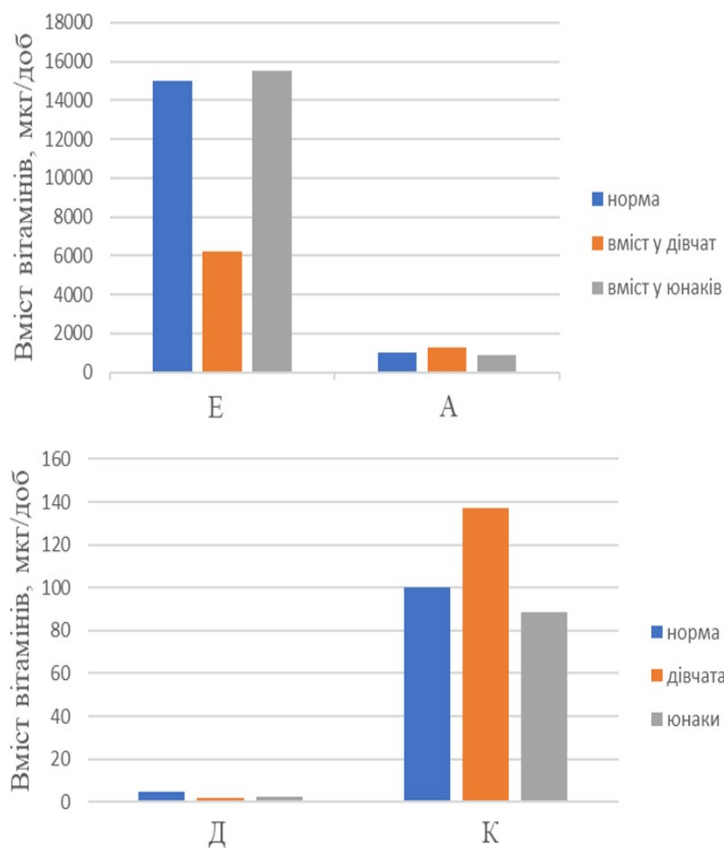


Рис. 4 – Вміст вітамінів А і Е та Д і К у добовому раціоні студентів

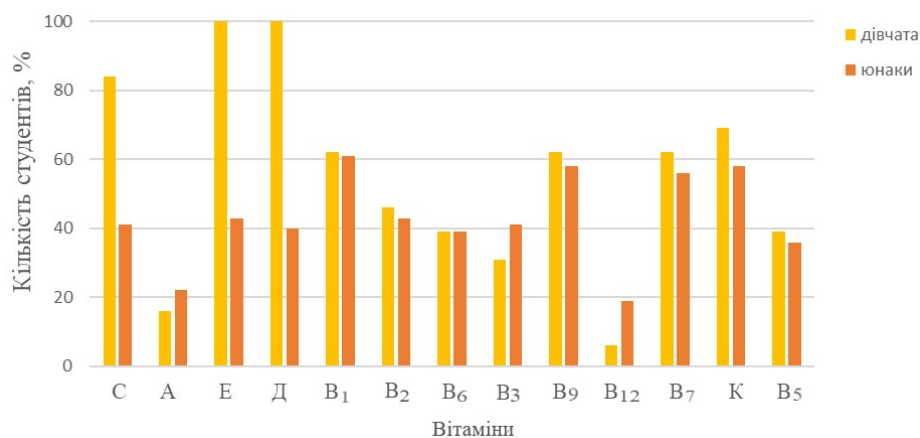


Рис. 5 – Кількість студентів, що мають дефіцит вітамінів у харчовому раціоні

Раціони студентів були незбалансовані як у юнаків, так і у дівчат (рис 3). У дівчат дефіцит за вмістом вітамінів: Е 58,7%, Д 58%, фолату 22%, біотину 33%. У юнаків відмічається дефіцит за вмістом вітамінів: С 21,4%, А 8,7%, Д 46%, К 19,3%, ніацину 8,6%, фолату 42,7%, біотину 19%. Спостерігається недостатнє надходження з раціоном вітаміну Е у дівчат, в той час, як для юнаків постачання вітаміну Е перевищує норму.

В той час протилежна ситуація з надходженням вітаміну А – у раціоні дівчат – перебільшення норми,

а для юнаків добове надходження не відповідає нормі (рис.4). Для всієї групи респондентів зафіксовано перебільшення у раціоні вмісту вітамінів В₂, В₆, В₁₂ та В₅, що може провокувати певні проблеми травневої системи. Це також супроводжується значним дефіцитом вітаміну Д у харчовому раціоні всіх студентів.

При аналізі збалансованості раціонів харчування (рис. 5) встановлено, що у 70,% студентів виявлено дефіцит споживання вітаміну Д, у 62,5% – дефіцит вітаміну С, у 60% – В₉ % та біотину у 74 %.

Висновки.

При оцінці раціонів студентів на вміст вітамінів визначено їх невідповідність принципу кількісної характеристики раціонального харчування. Забезпеченість організму студентів вітамінами в деяких випадках менше норми в декілька разів. При визначенні вмісту водо- та жиророзчинних вітамінів в раціоні студентів відмічається недостатнє добове надходження ряду вітамінів. Надходження вітамінів В2, В6, В12 та В5 з раціонами харчування перевищує рекомендовані значення.

Харчування значної кількості студентів, як показали дослідження, є незбалансованим за вітамінним складом, що своєю чергою впливає на розумову працездатність та самопочуття молоді в цілому. Неправильне харчування, великої частини студентів різних пов'язане з відсутністю певного рівня знань. На жаль ВНЗ не дають відповідних знань раціонального раціону студентської молоді. У вищій школі також не існує навчальних програм для молоді, які б дали можливість удосконалити свої знання з проведення здорового способу життя.

Сьогодні під впливом довготривалого стресу молодий організм студентів потребує збільшення надходження насамперед вітамінів, заповнити який можна тільки за допомогою вітамінізації готових продуктів. Розв'язання проблем раціонального харчування доцільно шляхом вітамінізації, розробки продукції функціонального призначення збалансованою за вітамінним складом з необхідним співвідношенням інгредієнтів, що за кількісним вмістом вітамінів і якісним складом максимально відповідає медико-біологічним вимогам.

В Україні, на жаль не запроваджено законодавчих вимог, які б закріплювали вміст певних речовин у визначеному переліку харчових продуктів, а існує лише добровільна фортифікація з ініціативи виробників із подальшим використанням цього як додаткової переваги їхньої продукції, зокрема дитячого харчування, молочних продуктів, хлібобулочних виробів, соняшникової олії. На загальнодержавному рівні мають бути затверджені спеціальні норми для вітамінів, що використовуються в якості інгредієнтів у продуктах харчування. Вміст вітамінів повинен вказуватися на індивідуальній упаковці продукту і контролюватися як оператором ринку, так і органами державного контролю.

Список літератури

1. Горобець А.О. Вітаміни і мікроелементи як специфічні регулятори фізіологічних та метаболічних процесів в організмі дітей та підлітків. *Український журнал Перинатологія і Педіатрія*. 2019. 4(80). С.75–92. <https://doi.org/10.15574/PP.2019.80.75>
2. Мочульская О.Н., Боярчук О.Р., Кинаш М.И., Воронцова Т.О., Волянська Л.А. Эффекты витаминов А, Е, Д, нарушение их обмена и оценка уровня витаминной обеспеченности у детей. *Modern Pediatrics. Ukraine*. 2021. 2(114): 58–66. <https://doi.org/10.15574/SP.2021.114.58>
3. Combet E, Buckton C. Micronutrient deficiencies, vitamin pills and nutritional supplements. *Medicine*. 2019. 47(3): 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2018.12.004>
4. Economos C.D., Moore C.E., Hyatt R.R., Kuder J., Chen T., Meydani S.N., Meydani M., Klein E., Biancuzzo R.M., Holick M.F. Multinutrient-Fortified Juices Improve Vitamin D and Vitamin E Status in Children: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2014. 114 (5): 709–717. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2013.07.027>
5. Титаренко А.В., Гришина Е.О., Вплив вітамінів та мінералів на організм людини. Наукові записки КНТУ, вип.11, ч.ІІІ, 2011 240–246. <https://core.ac.uk/download/pdf/84825608.pdf>
6. Galli F., Azzi A., Birringer M., Cook-Mills J.M., Eggersdorfer M., Frank J., Cruciani G., Lorkowski S., Ozer N.K. Vitamin E: Emerging aspects and new directions. *Free Radic. Biol. Med*. 2017. 102. 16–36 <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.09.017>
7. Bartolini D., Marinelli R., Giusepponi D., Galarini R., Barola C., Stabile A.M., Sebastiani B., Paoletti F., Betti M., Rende M., Galli F. Alpha-Tocopherol Metabolites (The Vitamin E Metabolome) and Their Interindividual Variability during Supplementation. *Antioxidants (Basel)*. 2021. 10(2): 173. <https://doi.org/10.3390/antiox10020173>
8. Федоров А.О., Шкабара Т.Л., Федорова В.О. Споживча характеристика мікрокомпонентів харчових продуктів *Технологія харчування і товарознавство*. 2013. 2. 367–374. http://chtei-knteu.cv.ua/herald/content/download/archive/2013/v2/NV-2013-V2_68.pdf
9. Calderón-Ospina C.A., Nava-Mesa M.O. B Vitamins in the nervous system: Current knowledge of the biochemical modes of action and synergies of thiamine, pyridoxine, and cobalamin. *CNS Neurosci Ther*. 2020. 26(1): 5–13. <https://doi.org/10.1111/cns.13207>. Epub 2019
10. Tanaka T, Tateno Y, Gojobori T. Evolution of vitamin B6 (pyridoxine) metabolism by gain and loss of genes. *Mol Biol Evol*. 2005. 22(2). 43–50. <https://doi.org/10.1093/molbev/msi011>. Epub 2004
11. Stabler S.P. Clinical practice. Vitamin B12 deficiency. *N Engl J Med*. 2013. 368(2). 149–60. <https://doi.org/10.1056/NEJMcpr1113996>.
12. Berry RJ, Bailey L, Mulinare J, Bower C; Folic Acid Working Group. Fortification of flour with folic acid. *Food Nutr Bull*. 2010. 31(1). 22–35. <https://doi.org/10.1177/15648265100311S103>
13. Казакова Р.В., Мельник В.С., Булей Л.Ф. Профілактика аліментарного С-гіповітамінозу у дітей Закарпаття. [Електронний ресурс] /Науковий огляд. 2014. 3,2. 113–118. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/1ib/6631>
14. Кузьмінська О.В., Червона М.С. *Значення раціонального харчування для підтримки здоров'я молоді: монографія*. Київ: Державний інститут проблем сім'ї та молоді, Український ін-т соціальних досліджень, 2004. Т. 4. 128 с.
15. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности блюд и кулинарных изделий / Под ред. И.М. Скурихина, В. А. Шатерикова. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 328 с.
16. Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії, /МОЗ України. Наказ від 18.11.1999 р. № 272. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_19991118_272.html.
17. Бухкало С.І. Можливості розвитку технологій модифікованих крохмалів. Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2019. – № 21(1346). – С. 84–93. doi: 10.20998/22204784.2019.21.13
18. Бухкало С.І. Основні складові комплексних підприємств енергетичного міксу. Вісник НТУ «ХП». 2015. № 7 (1116), с. 103–108.
19. Бухкало С.І. Комплексних інноваційні системи викладання дисципліни сучасні технології харчування – моделі програмування. Вісник НТУ «ХП». 2022. № 2 (1364), с. 65–77.
20. Бухкало С.І., Ігліч С.П., Кравченко В.О., Копейченко С.А., Назаренко М.В. Приклади та задачі комплексного викладання дисципліни харчова хімія. Вісник НТУ «ХП». 2022. № 2 (1364), с. 89–96.
21. Бухкало С.І. Комплексні системи викладання дисципліни основи проектування обладнання хімічних виробництв як співпраця асоціацій EFCE та CFE-UA. Вісник НТУ «ХП». 2022. № 2 (1364), с. 13–22.
22. Бухкало С.І., Земелько М.Л. Дослідження комплексного впливу складових шоколадної маси на її властивості та конкурентоспроможність для різновидів галузей Вісник НТУ «ХП». 2022. № 2 (1364), с. 54–64.

References (transliterated)

- Gorobets A.O. Vitamins and microelements as specific regulators of physiological and metabolic processes in the organisms of children and adults. *Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics*. 2019. 4(80). P.75–92. <https://doi.org/10.15574/PP.2019.80.75>
- Mochulska O.M., Boyarchuk O.R., Kinash M.I., Vorontsova T.O., Volianska L.A. The effects of vitamins A, E, D disorders of their metabolism and the assessment of level of vitamin security in children. *Modern Pediatrics. Ukraine*. 2021. 2(114). P. 58–66. <https://doi.org/10.15574/SP.2021.114.58>
- Combet E, Buckton C. Micronutrient deficiencies, vitamin pills and nutritional supplements. *Medicine*. 2019. 47(3). P. 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2018.12.004>
- Economos C.D., Moore C.E., Hyatt R.R., Kuder J., Chen T., Meydani S.N., Meydani M., Klein E., Biancuzzo R.M., Holick M.F. Multinutrient-Fortified Juices Improve Vitamin D and Vitamin E Status in Children: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2014. 114(5): P. 709–717. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2013.07.027>
- Tytarenko A.V., Gryshina E.O., The influence of vitamins and minerals on the human body. KNTU scientific notes, issue 11, part III, 2011 240-246.. <https://core.ac.uk/download/pdf/84825608.pdf>
- Galli F., Azzi A., Birringer M., Cook-Mills J.M., Eggersdorfer M., Frank J., Cruciani G., Lorkowski S., Ozer N.K. Vitamin E: Emerging aspects and new directions. *Free Radic. Biol. Med*. 2017. 102. P. 16–36 <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.09.017>
- Bartolini D., Marinelli R., Giusepponi D., Galarini R., Barola C., Stabile A.M., Sebastiani B., Paoletti F., Betti M., Rende M., Galli F.. Alpha-Tocopherol Metabolites (The Vitamin E Metabolome) and Their Interindividual Variability during Supplementation. *Antioxidants (Basel)*. 2021. 10(2): P. 173. <https://doi.org/10.3390/antiox10020173>
- Fedorov A.O., Shkabara T.L., Fedorova V.O. Spozhivcha characteristic of microcomponents of charsic products. Technology of eating and merchandising.. 2013. 2. P. 367–374. http://chetei-knteu.cv.ua/herald/content/download/archive/2013/v2/NV-2013-V2_68.pdf
- Calderón-Ospina C.A., Nava-Mesa M.O. B Vitamins in the nervous system: Current knowledge of the biochemical modes of action and synergies of thiamine, pyridoxine, and cobalamin. *CNS Neurosci Ther*. 2020. 26(1): P. 5–13. <https://doi.org/10.1111/cns.13207>. Epub 2019
- Tanaka T, Tateno Y, Gojobori T. Evolution of vitamin B6 (pyridoxine) metabolism by gain and loss of genes. *Mol Biol Evol*. 2005. 22(2):2 P. 43–50. <https://doi.org/10.1093/molbev/msi011>. Epub 2004
- Stabler S.P. Clinical practice. Vitamin B12 deficiency. *N Engl J Med*. 2013. 368(2). P. 149–60. <https://doi.org/10.1056/NEJMc1113996>
- Berry RJ, Bailey L, Mulinare J, Bower C; Folic Acid Working Group. Fortification of flour with folic acid. *Food Nutr Bull*. 2010. 31(1). P. 22–35. <https://doi.org/10.1177/15648265100311S103>
- Казакова Р.В., Мельник В.С., Булей Л.Ф. Профілактика аліментарного С-гіповітамінозу у дітей Закарпаття. [Електронний ресурс] / Науковий огляд. 2014. 3(2). P. 113–118. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/6631>
- Kuzminska O.V., Chervona M.S. *The value of rational eating for the promotion of healthy youth: monograph*. Kiev: Sovereign Institute for Problems of Sims and Youth, Ukrainian Institute of Social Affairs, 2004. Vol. 4. 128 p.
- Chemical composition of food products. Reference tables of the content of basic nutrients and the energy value of dishes and culinary products / Ed. THEM. Skurikhina, V. A. Shaterikova. Moscow: Light and food industry, 1984. 328 p.
- Norms of physiological needs of the population of Ukraine in the main savory rivers and energy*. / MOZ of Ukraine. Order dated 11/18/1999 No. 272. [Electronic resource] - Access mode: http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_19991118_272.html
- Bukhhalo S.I. Mozhlivosti rozviku tehnologij modifikovanih krohmaliiv. *Visnik NTU «KhPI»*. – Kh.:
- NTU «KhPI», 2019. – № 21(1346). – pp. 84–93. doi: 10.20998/2220-4784.2019.21.13
- Bukhhalo S.I. Osnovni skladovi kompleksnih pidpriemstv energetichnogo miksu. *Visnik NTU «KhPI»*. 2015. № 7 (1116), pp. 103–108.
- Bukhhalo S.I. Kompleksnih innovacijni sistemi vikladannja disciplini suchasni tehnologij harchuvannja –modeli programuvannja.. *Visnik NTU «KhPI»*. 2022. № 2 (1364), pp. 65–77.
- Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Kravchenko V.O., Kopejchenko Є.A., Nazarenko M.V. Prikjadi ta zadachi kompleksnogo vikladannja disciplini harchova himija. *Visnik NTU «KhPI»*. 2022. № 2 (1364), pp. 89–96.
- Bukhhalo S.I. Kompleksni sistemi vikladannja disciplini osnovi proektuvannja obladnannja himichnih virobniectv jak spivpracja asociacij EFCE ta CFE-UA. *Visnik NTU «KhPI»*. 2022. № 2 (1364), pp. 13–22.
- Bukhhalo S.I., Zemel"ko M.L. Doslidzhennja kompleksnogo vplivu skladovih shokoladnoi masi na її vlastivosti ta konkurentospromozhnist" dlja riznovidiv galuzej. *Visnik NTU «KhPI»*. 2022. № 2 (1364), pp. 54–64.

Надійшла (received) 07/06.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Чернушенко Олена Олександрівна (Чернушенко Елена Александровна, Chernushenko Elena Alexandrovna) – кандидат хімічних наук, доцент кафедри харчових технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6386-7646>;

e-mail: Linechern@gmail.com

Саєвич Оксана Володимирівна (Саєвич Оксана Владимировна, Saevich Oksana Vladimirovna) – кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної, органічної та неорганічної хімії, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7479-3304>;

e-mail: saevichoks@gmail.com

Новік Ганна Вікторівна (Новік Анна Викторовна, Novik Anna Victorovna) – кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна;

ORCID:0000-0003-4045-4878 ;

e-mail: novik.anna.82@gmail.com

Хричов Сергій Олександрович (Хрычѳв Сергей Александрович, Khrychov Serhii Oleksandrovich) – техник-технолог з технології харчування, студент кафедри харчових технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна;
ORCID:0009-0007-4864-7769
e-mail: ser.xpu4o8@gmail.com

Е. А. ЧЕРНУШЕНКО, О. В. САЕВИЧ, А. В. НОВИК, С. А. ХРЫЧЕВ

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ВИТАМИНОВ СТУДЕНТАМИ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА

Для сохранения и укрепления здоровья молодежи одной из задач государства в области здорового питания является развитие производства пищевых продуктов функционального назначения, обогащенных необходимыми водо- и жирорастворимыми витаминами; разработка добавок биологически активных веществ и ориентирование высшего образования на повышение уровня образования студентов валеологического направления, и внедрение соответствующих тем, предметов в учебный процесс высших учебных заведений. Статья посвящена проблеме мониторинга витаминов в питании студенческой молодежи в современных условиях. С помощью анкетирования и методики определения содержания водо- и жирорастворимых витаминов в суточном рационе выявлено несоблюдение принципов рационального питания студентами дневной формы обучения, что отрицательно сказывается на состоянии их здоровья. Для всех студентов дневной формы обучения отмечается дефицит потребления витаминов Д 70%, С 62,5%, В9 60% и биотина 74%. Среднее содержание витамина С в рационах питания для девушек соответствует норме, для юношей – в 1,27 раза ниже нормы. Поступление витаминов В2, В6, В12 и В5 с рационами питания превышает рекомендуемые значения. Изучение качества рационов студентов младших курсов показало, что большинство студентов имеет полидефицитное, несбалансированное по водо- и жирорастворимым витаминам питание, а также отсутствие сознательного отношения к питанию. Выявлен низкий уровень умений и навыков студентов в организации собственного питания. Недостаточный уровень знаний о надлежащем питании является потенциальным фактором ухудшения здоровья, возникновения первичных и вторичных алиментарных заболеваний, снижения умственной работоспособности. Предложены пути повышения уровня знаний по практической нутрициологии студентов высшей школы и пути решения проблемы сбалансированного питания студентов как эффективного условия улучшения состояния их здоровья как эффективного условия улучшения состояния здоровья. Установлено, что одной из приоритетных задач современности является повышение уровня образования студенческой молодежи по вопросам здорового питания.

Ключевые слова: витамины, гигиена питания, экологическая безопасность, режим питания, принципы рационального питания, оздоровительное питание, элементы в организме человека.

О. О. ЧЕРНУШЕНКО, О. В. САЄВИЧ, Г. В. НОВІК, С. О. ХРИЧОВ

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА СПОЖИВАННЯ ВІТАМІНІВ СТУДЕНТАМИ В УМОВАХ СТРЕСУ

Для збереження та укріплення здоров'я молоді однією з задач держави в області здорового харчування є розвиток виробництва харчових продуктів функціонального призначення збагачених необхідними водо- та жиророзчинними вітамінами; розробка добавок біологічно активних речовин та орієнтування вищої освіти на підвищення рівня освіти студентів валеологічного спрямування, і впровадження відповідних тем, предметів в навчальний процес вищих навчальних закладів. Стаття присвячена проблемі моніторингу вітамінів у харчуванні студентської молоді в сучасних умовах. За допомогою анкетування та методики визначення вмісту водо- та жиророзчинних вітамінів у добовому раціоні виявлено недотримання принципів раціонального харчування студентами денної форми навчання, що негативно впливає на стан їхнього здоров'я. Для усіх студентів денної форми навчання відмічається дефіцит споживання вітамінів Д 70%, С 62,5%, В9 60% та біотину 74%. Середній вміст вітаміну С в раціонах харчування для дівчат відповідає нормі, для юнаків – в 1,27 раза нижче норми. Надходження вітамінів В2, В6, В12 та В5 з раціонами харчування перевищує рекомендовані значення. Вивчення якості раціонів студентів молодших курсів показало, що більшість студентів має полідефіцитне, розбалансоване за вітамінним складом харчування, а також відсутність свідомого ставлення до харчування. Виявлено низький рівень вміння і навичок студентів в організації власного харчування. Недостатній рівень знань про належне харчування є потенційним чинником погіршення здоров'я, виникнення первинних і вторинних алиментарних захворювань, зниження розумової працездатності. Запропоновано шляхи підвищення рівня знань з практичної нутрициології студентів вищої школи та шляхи розв'язування проблеми збалансованого харчування студентів як ефективної умови покращання стану їхнього здоров'я як ефективної умови покращання стану їхнього здоров'я. Встановлено, що одним з пріоритетних завдань сьогодення є підвищення рівня освіти студентської молоді з питань здорового харчування.

Ключові слова: вітаміни, гігієна харчування, екологічна безпека, режим харчування, принципи раціонального харчування, оздоровче харчування, елементи в організмі людини.

*С. І. БУХКАЛО***ВИБІР СИНЕРГЕТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РОЗРОБКИ КОМПЛЕКСНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНОЇ ТАРИ І ПАКУВАННЯ ПІСЛЯ ЗАВЕРШЕННЯ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

В статті наведені можливості вирішення деяких проблем у межах вибору моделей та наукового обґрунтування розробки технології комплексної утилізації полімерної тари і пакування після завершення термінів їх експлуатації з метою підвищення ефективності використання твердих побутових відходів та відходів різних галузей промисловості на комплексному підприємстві, яке може забезпечувати усі свої енергетичні потреби самостійно. Дослідження спрямовані на вивчення таких питань як: 1) класифікація-ідентифікація моделей організації збирання і транспортування відходів; 2) їх класифікація-ідентифікація за методами контролю якості з урахуванням стійкості до дії природних факторів – сонячного світла, води; кліматичних умов та мікроорганізмів; 3) аналіз вибору науково-обґрунтованих моделей переробки та утилізації полімерів як частки твердих побутових відходів; 4) розробка необхідних технологічних схем та обладнання для переробки відходів; 5) вибір підприємств для утилізації полімерів і виду енергетичних ресурсів для реалізації цих проектних та технологічних рішень.

Ключові слова: комплексна синергетична утилізація, полімерна тара та пакування, науково-обґрунтовані моделі.

*S. I. BUKHALO***CHOICE OF SYNERGETIC MODELS FOR THE DEVELOPMENT OF COMPLEX DISPOSAL OF POLYMER CONTAINERS AND PACKAGING AFTER THE END OF THEIR USAGE**

The article presents the possibilities of solving some problems within the framework of the choice of models and the scientific justification for the development of a technology for the complex utilization of polymer containers and packaging after the end of their service life in order to increase the efficiency of the use of solid household waste and waste from various industries at a complex enterprise that can provide all its energy needs independently. Research is aimed at studying such issues as: 1) classification-identification of models of the organization of waste collection and transportation; 2) their classification-identification according to quality control methods, taking into account resistance to the action of natural factors - sunlight, water; climatic conditions and microorganisms; 3) analysis of the choice of scientifically based models of processing and utilization of polymers as part of solid household waste; 4) development of necessary technological schemes and equipment for waste processing; 5) the choice of enterprises for the utilization of polymers and the type of energy resources for the implementation of these design and technological solutions.

Keywords: complex synergistic utilization, polymer containers and packaging, scientifically based models.

Вступ. Основним джерелом багатотоннажного забруднення довкілля є виробі з коротким терміном експлуатації до яких починаючи з 80-х років ХХ століття світова спільнота наукових дослідників справедливо відносить полімерну тару та пакування. При цьому виникає нова відповідальність, наприклад, стосовно прийняття правильних не тільки технічних, технологічних, конструкційних, а також комплексних стратегічних і тактичних рішень [1–3]. Більшість авторів за означеною темою надають класифікацію-ідентифікацію моделей утилізації полімерної тари і пакування у означених далі прикладах: спалювання з метою одержання енергії; термічне розкладання – піроліз, деструкція, або до вихідних мономерів та ін; різновиди повторного використання; вторинна переробка у виробі.

Треба визначити, що спалювання відходів у сміттєспалювальних печах не є рентабельним та екологічно безпечним способом утилізації, оскільки передбачає безповоротну втрату цінної хімічної сировини (при цьому слід пам'ятати, що Україна імпортує полімерну сировину, тобто, практично немає своїх виробничих потужностей), утворення токсичних відходів та димових газів та ін..

Найбільш переважними способами утилізації вторинної полімерної сировини, за думкою автора, з економічної та екологічної точок зору надається

повторне використання та вторинна переробка в нові види матеріалів та виробів [2]. Значне місце у утилізації вторинної полімерної сировини приділяється термічного розкладання – піролізу [3–8]. При нижчих температурах (до 600°C) утворюються в здебільшого рідкі продукти, а вище 600°C – газоподібні, до технічного вуглецю. Незважаючи на ряд недоліків, піроліз, на відміну від процесів спалювання, дає можливість отримання промислових продуктів, що використовуються для подальшої переробки. Ще одним способом термічної трансформації вторинного полімерної сировини є каталітичний термоліз [9], який передбачає застосування нижчих температур. Автором визначені приклади методів модифікації властивостей вторинних полімерних матеріалів: хімічні (зшивання пероксидами, наприклад, пероксидом дикумілу, малеїновим ангідридом, кремнійорганічними рідинами та ін); фізико-хімічні (введення різних добавок органічної природи, наприклад, технічних лігнінів, сажі, термоеластопластів, восків та ін.) створення композиційних матеріалів; фізичні (введення неорганічних наповнювачів: крейди, оксидів, графіту та ін.); технологічні (варіювання режимів переробки та введення в технологічну схему переробки додаткових пристроїв) [10–17].

© Бухкало С.І., 2023

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.

Поліолефіни, як багатотоннажний вид термопластів знаходять широке застосування у виробництві різновидах пакування і тари. У результаті процесів деструкції поліолефінів, зазвичай, після завершення терміну їх експлуатації, наприклад, досліджено зменшення молекулярної маси та визначена зміна реологічних властивостей, що і призводить до зміни деформаційних властивостей та показників міцності полімерних матеріалів. У зв'язку з цим останнім часом все більшої актуальності набувають дослідження синергетичних властивостей вторинної полімерної сировини.

Метою представлено у статті наукового дослідження є впровадження інноваційних моделей, методів, механізмів, технологій, обладнання, менеджменту, маркетингу й інформаційної технології розробки напрямків комплексної утилізації тари і пакування після завершення термінів їх експлуатації до світового наукового дослідження сучасних технологій поводження з полімерними відходами.

Об'єкт дослідження – процеси синергетичної утилізації-модифікації полімерної частки твердих побутових відходів (ТПВ), управління проектами й програмами гармонізації дослідження у світовий процес комплексних технологій з утилізації ТПВ.

Предмет дослідження – фізико-хімічні, фізико-механічні, структурно-механічні та інші механізми наукового обґрунтування моделей та методів, а також забезпечення складовими управління комплексними технологіями, проектами та програмами.

Як відомо, Данія визначена однією з перших країн, що впровадили комплексну централізовану систему збору, транспортування, переробки й утилізації побутових та промислових відходів у масштабах усієї країни, підкреслюють відсутня дуже важлива, на мій погляд, попередня стадія класифікація-ідентифікація. Але, коли це стосується великої кількості промислових підприємств, вказана вище стадія обов'язково має місце. Кожне підприємство, де утворюються відходи, зобов'язане повідомляти місцеві органи влади про кількість і склад цих відходів, а також проводити заходи по вивозу чи знешкодженню методами, які відповідають рекомендаціям санітарних органів. Місцеві муніципалітети, при необхідності, забезпечують підприємства спеціальними транспортними засобами для доставки відходів у встановлені пункти збору, що знаходяться в їхньому підпорядкуванні. До підприємств – утворювачів відходів не пред'являється вимога проводити відповідну обробку і знешкодження відходів на місці їх утворення, оскільки це небезпечно з погляду попередження забруднення навколишнього середовища та невігідно економічно. На першому етапі утилізаційної діяльності в Данії було визначено проектну кількість відходів і їхню класифікацію-ідентифікацію по якісних ознаках. Це дозволило

визначити потужність проектного заводу, місця – тобто логістичні зв'язки проміжних пунктів збору, необхідну кількість і характер транспортних засобів. Ці відходи були розділені на 6 основних груп, тільки шоста група позначена як тверді відходи, тобто неприпустима суміш: пакувальні матеріали, пластмаси, побічні хімічні продукти та ін.

Система прийому промислових відходів Данії включає 23 централізованих пунктів збору відходів. Централізовані пункти збору розташовуються на відстані не більшою за 50 км від місць утворення відходів. Великі обсяги відходів транспортуються у вагонах, у цистернах чи в контейнерах (пастоподібні відходи, осад, пеки).

Доповненням до розвитку і підтримки класифікації-ідентифікації означає визначення такої мережі та оцінка комплексної привабливості, а також сприяння ефективній діяльності з метою досягнення поставлених завдань і цілей енерго- і ресурсозбереження. Контроль різновидів твердих побутових відходів деякі дослідники пропонують проводити за здатністю до щільного сумісного компактування (табл. 1).

Таблиця 1 – Щільність деяких складових ТПВ

Тип матеріалу ТПВ	Навалом, кг/м ³	В тюках, кг/м ³
Картон	30 – 60	360 – 650
ПЕТ -пляшки	18 – 24	120 – 300
Поліетилен	13 – 15	120 – 300
Алюмінієві банки	30 – 45	90 – 300
Консервні сталеві банки	90 – 105	300 – 600
Папір	300 – 360	600 – 715
Газети	210 – 300	450 – 600

Повторна переробка полімерів є досить складним механічно-хімічним процесом, в якому застосовують декілька видів обладнання, а саме агломераційне, подрібнювальне, екструзійне, грануляційне. В першу чергу полімер, що переробляється, очищають від відходів, домішок і сортують. Ця процедура виконується за допомогою агломераційного або сортувального обладнання для переробки полімерів. Потім матеріал подрібнюється за допомогою шредера (спеціальний подрібнювач), що дозволяє підготувати пластмасу до екструзії. Після подрібнення полімери та пластмаси приводять у рідкий стан і видавлюють у спеціальні форми, а після затвердіння ці форми гранулюються за допомогою відповідного обладнання. В результаті переробки виходять гранули або пластівці, саме у такому вигляді перероблений полімер придатний для вторинного використання.

До основних особливостей вторинного поліетилену низької щільності (ВПЕНЦ), які визначають специфіку його переробки, слід визначити: низьку насипну щільність; особливості реологічної поведінки розплаву, зумовлені високим вмістом кількості геліфракції; підвищену хімічну активність внаслідок змін структури, що відбуваються під час переробки та експлуатації

первинного полімеру та експлуатації отриманих із нього виробів. Наприклад, поліетилен у процесі експлуатації набуває нових властивостей (табл. 2). Це визначена нами кількість киснеутримуючих груп: 1 – складнофірні, 2 – карбоксильні, 3 – гідроксильні; 4 – кількість гел-фракції; δ_p – руйнівне напруження при розтяганні; ε – відносне подовження при розриві, які далі у процесах повторної переробки, наприклад поліетилену, надають неізотермічність його розплаву, але й нові синергетичні властивості для отримання

вторинних полімерних матеріалів. Аналіз ряду наших досліджень (табл. 3) показав, що адсорбція кисню відбувається в неупорядкованих областях поверхневого шару, а дифузія кисню відбувається також через неупорядковані області. Найбільш ефективним способом утилізації відходів є їх повторне використання – шість циклів виробництва (табл. 3: методи переробки 1/2 – вальцювання, пресування; 2/2 – здрібнення, лиття під тиском; 3/2 – здрібнення, грануляція, лиття під тиском).

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика зміни властивостей поліетиленової плівки у процесі експлуатації

Місце експлуатації	Час експлуатації, дб	Визначена кількість, %				ММх10 ³	δ_p , МПа	ε , %
		1	2	3	4			
Харків	60	1,53	0,31	0,19	35,3	43	9,6	221
	120	0,19	1,15	0,44	34,8	18	9,4	182
Сочі	60	2,10	0,72	0,91	29,4	18,4	9,4	130
	120	–	1,28	1,21	40,8	14,2	9,3	212
Олайн	60	1,10	0,57	0,30	28,5	26,6	9,7	134
	120	0,04	0,90	0,61	39,4	18,1	9,5	151
Лівні	60	1,20	0,20	0,28	22,8	22,4	9,8	340
	120	0,03	1,10	1,26	29,7	18,3	9,5	300

Таблиця 3 – Класифікація-ідентифікація усереднених деяких властивостей вторинного поліетилену ВПЕ – сировини для подальшої переробки після завершення терміну експлуатації

Порівняльні показники властивостей	Визначення методу переробки у вторинні полімерні матеріали		
Вміст гелфракції, (ГФ), %	1/2	2/2	3/2
Міцність при розриві, (δ_p), МПа	54,00	49,00	47,00
Відносне подовження при розриві, (ε), %	10,90	13,70	13,00
Показник текучості розплаву (ПТР), г/10 хв.	0,8	2,2	2,3

Таблиця 4 – Класифікація-ідентифікація усереднених результатів світлостаріння вторинного поліетилену після завершення терміну експлуатації

Термін експозиції під лампою ПРК-2, год	ГФ, %	ПТР, г/10 хв.	δ_p , МПа	ε , %
0	51,00	2,2	10,3	230,0
100	33,00	2,8	10,0	43,0
200	27,20	3,1	7,5	25,0
300	27,80	3,7	6,0	19,0
600	10,00	3,3	4,5	16,0

При дослідженні впливу часу світлостаріння на властивості ВПЕ (табл. 4) встановлено, що його властивості знижуються та майже не мають періоду індукції за деякими з визначених показників. Можна зробити висновок з урахуванням результатів комплексних досліджень про можливість додавання ВПЕ, отриманого з плівки сільськогосподарського призначення до первинної сировини до 20 %.

Викладання основного матеріалу досліджень. Екологічна та економічна доцільність багаторазового використання ТПВ у якості природних ресурсів шляхом залучення частини відходів виробництва і споживання в господарський оборот, наприклад, полімерної найбільш небезпечної частки в якості вторинної сировини доведена багаторічною практикою в багатьох країнах світу. Дефіцит ряду полімерних матеріальних ресурсів, вичерпання природних родовищ, забруднення відходами оточуючого середовища ставить перед населенням

України, в числі першочергових задач, питання утилізації і рекуперації відходів.

Напрямок розробки комплексних технологій підприємства з переробки полімерної частки ТПВ обирають за обраними напрямками синергетичної утилізації-модифікації полімерної частки ТПВ замкнутого циклу. Подальше використання отриманих матеріалів – сировини та енергоресурсів можливе за загальною функціональною схемою розвитку підприємства ресурсо- та енергозбереження з урахуванням загальної схеми інноваційного дослідження та особливостями обраного напрямку прикладів (рис. 1 та 2). Різновиди проведених досліджень доводять, що 80 % економії матеріальних ресурсів пов'язане із впровадженням ресурсозберігаючих технологій і тільки 20 % пов'язані з іншими заходами. Основою ресурсо- і енергозбереження з погляду охорони навколишнього середовища є створення нової ефективної технології,

маловідходної або безвідходної, котра дозволяє забруднення, а з системи виводяться тільки одержувати цільові продукти без теплового її продукти, що складають біосферу[10–17].

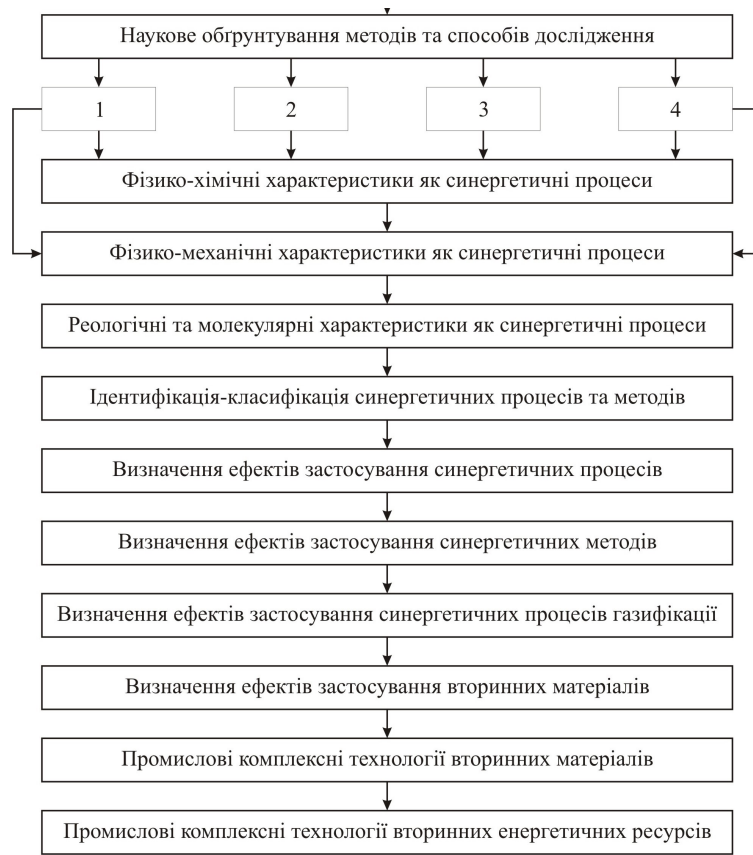


Рис. 1 – Загальна функціональна схема роботи у комплексному підприємстві

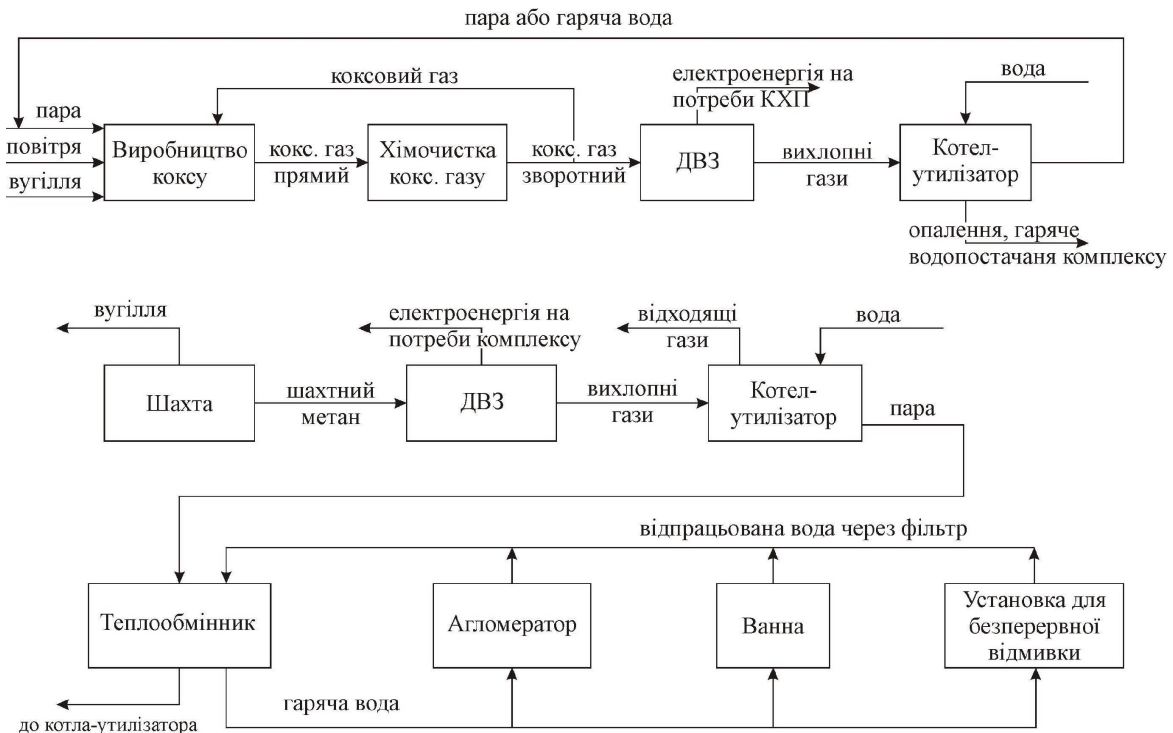


Рис. 2 – Приклади різновидів функціональних схем роботи енергоутилізаційного комплексу

При цьому, слід відзначити, що процеси утилізації передбачають повторне використання вторинних матеріальних ресурсів, що не знаходять прямого використання за призначенням, а у новій якості, яку отримують в результаті спеціальної обробки відходів вони набувають інноваційних властивостей. Утилізація найчастіше здійснюється на спеціалізованих підприємствах з метою використання отриманих продуктів за новим призначенням. Рекуперация зводиться до повернення в даний технологічний процес втраченої вихідної сировини, проміжних і кінцевих продуктів. У загальному розумінні рекуперация – повернення частини матеріалів або енергії для повторного використання у тому ж технологічному процесі. Прикладами рекуперации можуть бути переробка скляного бою і браку в скломасу, повернення у виробництво очищених від забруднення стічних вод тощо; а також, головне у даному випадку використання розроблених проєктів з урахуванням факторів якості проведення комплексних технологій, що дали відкриває додаткові можливості розширення інноваційного асортименту продукції та галузей їх використання.

У сучасній практиці широко використовується термін «рециклінг» – процес переробки відходів в матеріал, який можна використовувати повторно. В результаті цієї дії отримують продукцію, яку використовуємо вдруге – з макулатури туалетний папір, з пластика – інші пластикові вироби різновидів інноваційного асортименту, з битого скла нові вироби і т.і.

Таблиця 5 – Дані дериватографії поліетиленової плівки різної тривалості експлуатації (ТЕ).

ТЕ, діб	Тпл, °С	Тпл, °С до	Тст, °С	Тпл, °С	Тпл, °С
0	105	100	220		
30	106	90	220		
62	108	92	210		
97	105	93	210		

Температура початку плавлення, як видно з даних таблиці 4 при експлуатації поліетилену, дещо підвищується від 80 °С до 107 °С. Термостабільність плівки падає від 220 до 200 °С. Максимальна швидкість деструкції спостерігається у вузькому інтервалі температур від 466 °С до 476 °С. В інтервалі допустимих температур переробки до 230 °С втрати маси практично немає. Максимальна втрата маси становить 0,7 % або, враховуючи величину навішування 0,1 г – всього 0,007 г, тобто величина, що знаходиться в межах точності вимірювання. Максимальна швидкість втрати маси коливається також у дуже вузьких межах – від 2,1 до 2,7 °С на хвилину. За ТГ кривої дериватограми, у втраті маси можна розрізнити два періоди, що відрізняються кутами нахилу кривої втрати маси до горизонталі. Перший період відноситься до інтервалу температур 300 °С – 400 °С, тобто коли волога та оксидовані гази вже видалені, а процес деполімеризації ще не почався, і другий період від

Таким чином, до рециклінгу можна віднести усі види утилізації відходів з метою ресурсо- і енергозбереження, за виключенням захоронення та спалювання. Рециклінг вважається перспективною різновидів комплексних можливостей та особливостей для галузей промисловості сучасності або майбутнього, незважаючи на те, що його господарське застосування вимагає проведення широких інноваційних досліджень та значних інвестицій у організацію виробництва.

З метою виявлення змін будови поліетиленової плівки у період різновидів термінів експлуатації та вибору температурних інтервалів її переробки у вторинний поліетилен було проведено дериватографічні дослідження за показниками: температура плавлення – Тпл; інтервал плавлення – Тпл; термостабільність, як визначення граничних температур без втрати маси – Тст; температура максимальної швидкості деструкції – Тмаксдес; температура повної деструкції – Тповдес, після якої немає втрати маси; величина втрати маси в % до 230 °С (гранична температура переробки), в інтервалах: 230–400 °С та 400–500 °С – Gm; екстремальні точки на кривих ДТА та ДТГ, °С; ефективна енергія активації деструкції в інтервалах температур 300–400 °С – Eак (табл. 4).

Ці результати отримані шляхом усереднення даних трьох дериватограм, знятих для кожного зразка за єдиною, описаною вище методикою. Розкид експериментальних даних настільки малий, що усереднені дані мало відрізняються від одиничних дослідів.

450 °С до 490 °С відповідає інтервалу бурхливого процесу деполімеризації. Можна припустити, що перший період відповідає деструкції кисневмісних груп. Другий період відповідає розвитку процесу деполімеризації всієї маси розплаву полімеру. Природно, не можна припустити, що зберігаються впорядковані зони при температурі 300 °С і вище, може йтися лише про передісторію ланцюгів з різним вмістом кисневмісних груп.

Дослідження цих областей дає змогу визначити ефективну енергію активації деструкції. Значення енергії активації помітно відрізняються плівок з різною тривалістю експлуатації, як першого, так другого періодів. Так, ефективна енергія активації у першому періоді деструкції залежно від терміну експлуатації падає від 8,8 ккал/моль до 5,8 ккал/моль. Це природніше пояснити тим, що деструкція ланцюгів, що мають кисневмісні групи, відбувається з меншою енергією активації і при нижчій температурі, ніж розрив ковалентних С-С зв'язків.

Значні коливання енергії активації у другому періоді, можливо, пов'язані з супутніми реакціями рекомбінації, що відбуваються по-різному для систем з різними функціональними групами, а, як видно з таблиць 4.4 і 4.5, відмінності дійсно мають місце.

За останні двадцять років структура побутових відходів кардинально змінилася. Харчова органіка в значній мірі стала перебувати у змішаному стані, наприклад, з полістирольною, поліетиленовою та скляною тарою. Це стало причиною значного зниження щільності твердих побутових відходів. Утворення значних обсягів відходів з невисокою щільністю викликає необхідність ущільнення відходів, але знову без стадії попередньої класифікації-ідентифікації. З результатів аналітичного та виконаного нами експериментального дослідження стало відомо, що визначення зміни фізико-хімічних ($1 \rightleftharpoons 1'$), молекулярних (4), реологічних ($3 \rightleftharpoons 3'$) та фізико-механічних ($2 \rightleftharpoons 2'$) властивостей надають певні зв'язки з подальшою утилізацією полімерної тари та пакування за функціональною схемою (рис. 7).

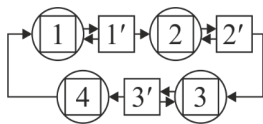


Рис. 7 – Визначення зміни властивостей тари та пакування при експлуатації

Потрібно зазначити, що поліетилен у процесі експлуатації набуває нових властивостей (табл. 1). Це визначена нами кількість киснеутримуючих груп: 1 – складноєфірні, 2 – карбоксильні, 3 – гідроксильні; 4 – кількість гель-фракції; δ_p – руйнівне напруження при розтяганні; ε – відносне подовження при розриві, які далі у процесах повторної переробки, наприклад поліетилену, надають неізотермічність його розплаву, але й нові синергетичні властивості для отримання вторинних полімерних матеріалів.

Аналіз ряду наших досліджень (табл. 1) показав, що адсорбція кисню відбувається в неупорядкованих областях поверхневого шару, а дифузія кисню відбувається також через неупорядковані області.

Теорія синергетичного механізму утилізації-модифікації полімерної частки ТПВ представлена у проекті з умов виявленої нами спільної дії сукупності факторів для обраних науково-обґрунтованих моделей виробництва вторинних полімерних матеріалів. Для досягнення загальних цілей процесів утилізації-модифікації, використовували принципи, що ціле (вторинний полімер) представляє за властивостями щось більше, ніж сума його частин.

Синергетика у даному дослідженні представлена як інноваційний науковий напрямок технології полімерних матеріалів, який сприяє дослідженню зв'язків між елементами структури (підсистеми), що утворюються в відкритих системах,

завдяки інтенсивному (потоківому) обміну властивостями сировини, обраними речовини з синергетичними можливостями та механізмами взаємодії з навколишнім середовищем в нерівноважних умовах.

Автором представлено синергетичний підхід до екологічно чистої ефективною утилізації твердих полімерних відходів (рис. 3, 4): 1 – організація цільового збору, класифікація-ідентифікація; 2 – цільова класифікація-ідентифікація сортів. Облік хімічних процесів (табл. 2) у полімерах під час використання вихідного продукту та на етапі його переробки відходів 3: 6 – кінцевий виробничий цикл; 7 – багаторазовий виробничий цикл; непереробні полімерні відходи 4: 8 – види утилізації відходів; 9 – види безпечної утилізації відходів); полімерні відходи для виробництва енергії 5: 10 – високотемпературна газифікація, 11 – процеси високотемпературного каталізу.

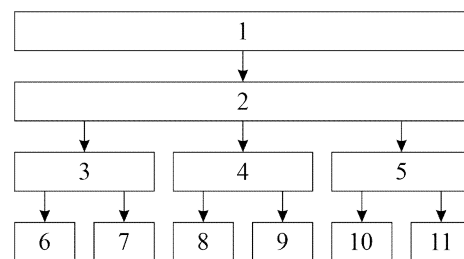


Рис. 3. Приклад синергетичної утилізації твердих полімерних відходів.

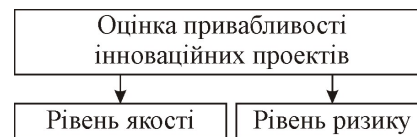


Рис. 4 – Загальна оцінка привабливості синергетичних проектів

Основні завдання в області ресурсо- і енергозбереження для різновидів технологічних процесів можна сформулювати в такий спосіб:

- Класифікація-ідентифікація та розробка синергетичних маловідходних або безвідходних технологій;
- визначення переліку й кількості кінцевих продуктів експлуатації полімерних відходів тари і пакування, які можуть бути засвоєні природними біологічними системами;
- створення підприємств комплексно-синергетичної переробки, які використовують фактично повністю відходи й викиди свого виробництва, а також виробництв інших галузей промисловості;
- створення малоенергоємних виробництв із мінімальним споживанням води;
- модернізація й удосконалювання теплообмінного встаткування в процесі проектування нових технологій;

• підвищення рівня регенерації тепла потоків і на цій основі широке використання енерготехнологічних схем і ін.

Для загальних підходів до створення безвідхідних виробництв можна сформулювати основні принципи:

• класифікація-ідентифікація та розробка синергетичних енерготехнологічних схем, що передбачають повну переробку сировини й побічних продуктів у корисні продукти – принцип раціонального використання всіх компонентів сировини й енергії, з використанням вторинних енергоресурсів на базі принципів рециркуляції й циклічності;

• принцип максимальної ізоляваності виробництва від навколишнього середовища – кількість відходів шкідливих речовин, що утворюються, у повітряному басейні, ґрунті й водоймах менше їхніх припустимих концентрацій відповіло до оновленої нормативно-технічної документації синергетичних виробництв;

• принцип комплексного використання багатокомпонентної сировини у безвідхідному виробництві, побічна продукція здобуває всі властивості цільової продукції, сировина використовується в повному обсязі й розширюється асортимент продукції, і ін.

Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

У результаті подовження роботи [14–27] за вищевказаними напрямками дослідження комплексних інноваційних синергетичних технологій студенти причасні до злomu звичних виробничих ланцюжків у переробці полімерної частки ТПВ, які обумовлюють наступний етап розвитку світової цивілізації. При оцінці економічної ефективності

безвідхідних або маловідходних виробничих комплексів необхідно враховувати ефект від утилізації й переробки відходів на всіх стадіях з урахуванням вартості аналогічної первинної сировини інакше експлуатаційні витрати можуть бути вище, ніж на підприємствах з існуючою технологією. Тобто оцінку витрат у цьому випадку проводять з урахуванням витрат на виробництво: товарної й супутньої продукції, а також товарної продукції, одержуваної з відходів.

При цьому варто враховувати економічний ефект: одержаний за рахунок використання скидного тепла, а також від одержання тепла й енергії з відходів. Підсумовуючи все вищевикладене, визначають ефективність безвідхідних або маловідходних виробничих комплексів, яка прагне досягти максимуму:

Досягнуті наступні конкретизовані результати за деякими питаннями з теми інноваційних досліджень:

1) основна мета представленої розробки – освоєння нових компетентнісних навчальних технологій з організації, виконання та упровадження комплексного міжвузівського інноваційного проектування для забезпечення активізації технічної творчості студентів на усіх напрямках навчання;

2) за результатами комплексного інноваційного проектування з метою розповсюдження інформації про інноваційні методи навчання готуються до друку у 2017–2022 навчальному році сімнадцять статей та тез на міжнародні конференції сумісно зі студентами;

3) учасниками проекту прийнято рішення про подовження цього етапу розробки ще на два семестри з метою розвинення теми за стандартами ЄС та розповсюдження ідей серед широкого кола населення України.

Список літератури

1. Бухкало С.І., Соловей В.М., Іглін С.П., Ольховська О.І. Складові розрахунку параметрів очищення стічних вод комплексних підприємств. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХП». 202 с.
2. Бухкало С.І., Соловей В.М., Іглін С.П., Ольховська О.І. Деякі особливості розрахунку параметрів ефективного очищення стічних вод комплексних підприємств. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХП». 203 с.
3. Бухкало С.І., Соловей В.М., Іглін С.П., Ольховська О.І. Алгоритм управління ефективним очищенням стічних вод комплексних підприємств. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХП». 204 с.
4. S. Bukhhalo, A. Ageicheva, O. Komarova. Distance learning main trends. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХП». 205 с.
5. S. Bukhhalo, A. Ageicheva, I. Rozhenko. Distance learning investigation some aspects. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХП». 206 с.
6. Бухкало С.І. Особливості розробки об'єктів інтелектуальної власності зі студентами. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD, 16-18 травня 2018р. Ч. II/за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХП». 201 с.
7. Бухкало С.І., Іглін С.П., Ольховська О.І. Особливості управління розробками об'єктів інтелектуальної власності зі студентами. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХП». 208 с.
8. Бухкало С.І., Іглін С.П., Ольховська О.І., Соловей В.М. Комплексні методи навчання як основа розвитку фахових компетентностей ВНЗ в НТУ «ХП» // Вісник НТУ «ХП». Х.: НТУ «ХП». 2017. № 18. С. 9–19.
9. Бухкало С.І., Іглін С.П. Деякі моделі дослідження структурно-хімічних змін при експлуатації полімерних виробів. Інтегровані технології та енергозбереження. Х.: НТУ «ХП», 2016. № 3. С. 52–57.
10. Бухкало С.І. и др. Математическое моделирование как инструмент модификации отходов полимеров. Вісник НТУ «ХП». 2010. Вип. 32. С. 52–59.
11. Бухкало С.І. К вопросу энергосбережения процесса агломерирования полимерной упаковки. Інтегровані технології та енергозбереження. Х.: НТУ «ХП», 2005, № 2. С. 29–33.

12. Бухкало С.І. Удосконалення методів оцінки знань студентів вищих навчальних закладів. Вісник НТУ «ХПІ». Х.: НТУ «ХПІ», 2014. № 16. С. 3–11.
13. Бухкало С.І. Синергетичні процеси утилізації-модифікації полімерної частки ТПВ. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2017. – № 41 (1263). С. 17–27.
14. Бухкало С.И., ТОВАЖНЯНСКИЙ Л. Л., Капустенко П.А., Хавин Г.Л. Основные технологии пищевых производств и энергосбережение (навч. посібник). Харків: НТУ «ХПІ», 2005. 460 с.
15. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., Бухкало С.І., Зипунников М.М., Ольховська О.І. та ін. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. К.: ЦНЛ, 2013. 352 с.
16. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О. та ін. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах [текст] підр. К.: ЦНЛ, 2011. 832 с.
17. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклади та тести з технології переробки плодоовочевої сировини), 2-ге вид. доп. Ч. 3. Підр. з грифом. К.: «ЦНЛ»: 2022, 108 с.
18. Бухкало С.І. Визначення загальної технології комплексних курсових проєктів. Інформаційні технології: наука, техніка, технології, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII Міжн. н-практ. конференції (MicroCAD-2019), 15–17 мая 2019 р.: у 4 ч. Ч. II / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ», С. 217.
19. Ольховська В.О., Кравченко О.С., Бухкало С.І. Складові алгоритму пошуку раціональних закономірностей роботи обладнання. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Х.: НТУ «ХПІ», с. 249.
20. Bukhkalov S.I., Ageicheva A.O., Iglin S.P., Hlavcheva Yu. N., Miroshnichenko N.N., Olkhovska O.I., Zipunnikov M.M., Olkhovska V.O. Innovative complex projects'2018/2019 realization in the examples and tasks/ Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. – № 15(1340). – С. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14
21. Zipunnikov, Mykola; Bukhkalov, Svetlana; Kotenko, Anatolii. Researching The Process Of Hydrogen Generating From Water With The Use Of The Silicon Basis Alloys. French-Ukrainian Journal of Chemistry, [S.I.], v. 7, n. 2, p. 138-144, dec. 2019. doi:<http://dx.doi.org/10.17721/fujcV7I2P138-144>. <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/article/view/258>.
22. Bilous, O., Sytnik, N., Bukhkalov, S., Glukhykh, V., Sabadosh, G., Natarov, V., Yarmysh, N., Zakharkiv, S., Kravchenko, T., & Mazaeva, V. (2019). Development of a food antioxidant complex of plant origin. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 6(11 (102)), 66–73. doi:<http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.186442>. <http://journals.uran.ua/ejet/article/view/186442>.
23. Bilous, O., Demidov, I., & Bukhkalov, S. (2015). Developing the complex antioxidant from walnut leaves and calendula extracts. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(6), 22–26. doi:10.15587/1729-4061.2015.35995.
24. Бухкало С.І. Удосконалення методів оцінки знань студентів вищих навчальних закладів. Вісник НТУ «ХПІ». Х.:, 2014. № 16. С. 3–11.
25. Бухкало С.І., Ольховська О.І., Ольховська В.О., Зипунников М.М. Дослідження та аналіз інноваційних заходів з технології комплексної утилізації післяспиртової барди. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. – № 15(1340). – С. 66–74. doi: 10.20998/22204784.2019.15.12
26. Бухкало С.І. Можливості розвитку технологій модифікованих крохмалів. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. – № 21(1346). – С. 84–93. doi: 10.20998/22204784.2019.21.13
27. Бухкало С.І. Основні складові комплексних підприємств енергетичного міксу. Вісник НТУ «ХПІ». 2015. № 7 (1116), с. 103–108.

References (transliterated)

1. Bukhkalov S.I., Solovej V.M., Iglin S.P., Ol'hov's'ka O.I. ta in. Skladovi rozrahunku parametriv ochishhennja stichnih vod kompleksnih pidpriemstv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: тези доповідей XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD, 16-18 travnja 2018. Ch. II / za red. prof. Sokola Є.І. Kh.:NTU «KhPI», 202 p.
2. Bukhkalov S.I., Solovej V.M., Iglin S.P., Ol'hov's'ka O.I. Dejaki osoblivosti rozrahunku parametriv efektiivnogogo ochishhennja stichnih vod kompleksnih pidpriemstv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: тези доповідей XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16-18 travnja 2018. Ch. II / za red. prof. Sokola Є.І. Kharkiv:NTU «KhPI», 203 p.
3. Bukhkalov S.I., Solovej V.M., Iglin S.P., Ol'hov's'ka O.I. ta in. Algoritm upravlinnja efektiivnim ochishhennjam stichnih vod kompleksnih pidpriemstv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: тези доповідей XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD, 16-18 travnja 2018. Ch. II / za red. prof. Sokola Є.І. Kh: NTU «KhPI», 204 p.
4. S. Bukhkalov, A. Ageicheva, O. Komarova. Distance learning main trends. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: тези доповідей XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16–18 travnja 2018. Ch. II / za red. prof. Sokola Є.І. Kharkiv: NTU «KhPI», 205 p.
5. S. Bukhkalov, A. Ageicheva, I. Rozhenko. Distance learning investigation some aspects. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: тези доповідей XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16–18 travnja 2018. Ch. II. / za red. prof. Sokola Є.І. Kh: NTU «KhPI», 206 p.
6. Bukhkalov S.I. Osoblivosti rozrobki ob'ektiv intelektual'noi vlasnosti zi studentami. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: тези доповідей XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16–18 travnja 2018r. Ch. II. / za red. prof. Sokola Є.І. Kharkiv:NTU «KhPI», 201 p.
7. Bukhkalov S.I., Iglin S.P., Ol'hov's'ka O.I. ta in. Osoblivosti upravlinnja rozrobkami ob'ektiv intelektual'noi vlasnosti zi studentami. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: тези доповідей XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16–18 travnja 2018r. Ch. II / za red. prof. Sokola Є.І. Kharkiv: NTU «KhPI», 208 p.
8. Bukhkalov S.I., Iglin S.P., Ol'hov's'ka O.I., Solovej V.M. Kompleksni metodi navchannja jak osnova rozvitku fahovih kompetentnostej VNZ v NTU «KhPI» // Visnyk NTU "KhPI" [Bulletin of the National Technical University "KhPI"]. Kharkov, NTU "KhPI" Publ. 2017, no. 18 (1240), pp. 9–19.
9. Bukhkalov S.I., Iglin S.P. Dejaki modeli doslidzhennja strukturno-himichnih zmin pri ekspluataciji polimernih virobiv. Integrovani tehnologii ta energozberezhenja. Kharkiv: NTU «KhPI», 2016, no. 3, pp. 52–57.
10. Bukhkalov S.I. i dr. Matematicheskoe modelirovanie kak instrument modifikacii othodov polimerov. Visnyk NTU "KhPI" [Bulletin of the National Technical University "KhPI"]. Kharkov, NTU "KhPI" 2010. Vup. 32, pp. 52–59.
11. Bukhkalov S.I. K vo-prosu jenergozberezenija processa aglomerirovanija polimernoj upakovki. Integrovani tehnologii ta energozberezhenja. Kharkov : NTU «KhPI», 2005, no. 2, pp. 29–33.
12. Bukhkalov S.I. Udoshkonaljuvannja metodiv ocinki znan' studentiv vishhiv navchal'nih zakladiv. Visnyk NTU

- "KhPI" [Bulletin of the National Technical University "KhPI"]. Kh., NTU "KhPI" Publ. 2014, no. 16, pp. 3–11.
13. Buhkalo S.I. Sinergetichni procesi utilizacii-modifikacii polimernoї chastki TPV. Visnyk NTU "KhPI" [Bulletin of the National Technical University "KhPI"]. Kharkov, NTU "KhPI" Publ. 2017, no. 41 (1263), pp. 17–27.
 14. Buhkalo S.I., Tovazhnjanskij L. L., Kapustenko P.A., Havin G.L. Osnovnye tehnologii pishhevyyh proizvodstv i jenergoberezenie (navch. posibnik). Kharkiv: NTU «KhPI», 2005. 460 p.
 15. Tovazhnjanskij L.L., Buhkalo S.I., Zipunnikov M.M., Ol'hov's'ka O.I. ta in. Zagal'na tehnologija harchovoї promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] pidruchnik. K.: CNL, 2013. 352 p.
 16. Tovazhnjanskij L.L., Buhkalo S.I., Kapustenko P.O. Zagal'na tehnologija harchovoї promislivosti u prikladah i zadachah, pidr. K. CNL, 2011. 832 p.
 17. Buhkalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoї promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologii pererobki plodoovochevoї sirovini), 2-ge vid. dop. Ch. 3. Pidruchnik z grifom. K: «CNL»: 2022, 108 p.
 18. Buhkalo S.I. Vznachennja zagal'noї tehnologii kompleksnih kursovih proektiv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologii, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej HHVII Mizhn. n-prakt. konferencii (MicroCAD-2019), 15–17 maja 2019 r.: u 4 ch. Ch. II. / za red. prof. Sokola Є.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», 217 p.
 19. Ol'hov's'ka V.O., Kravchenko O.S., Buhkalo S.I. Skladovi algoritmu poshuku racional'nih zakonimirostiej roboti obladnannja. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVIII mizhnarodnoї naukovo-praktichnoї konferencii MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnja Ch. II./za red. prof. Sokola Є.I. – Kh.: NTU «KhPI», p. 249.
 20. Buhkalo S.I., Ageicheva A.O., Iglin S.P., Hlavcheva Yu. N., Miroshnichenko N.N., Olkhovska O.I., Zipunnikov M.M., Olkhovska V.O. Innovative complex projects'2018/2019 realization in the examples and tasks/ Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – № 15(1340). – p. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14
 21. Zipunnikov, Mykola; Buhkalo, Svetlana; Kotenko, Anatolii. Researching The Process Of Hydrogen Generating From Water With The Use Of The Silicon Basis Alloys. French-Ukrainian Journal of Chemistry, [S.I.], v. 7, n. 2, p. 138–144, dec. 2019. doi:http://dx.doi.org/10.17721/fujcV7I2P138-144. http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/article/view/258).
 22. Bilous, O., Sytnik, N., Buhkalo, S., Glukhykh, V., Sabadosh, G., Natarov, V., Yarmysh, N., Zakharkiv, S., Kravchenko, T., & Mazaeva, V. (2019). Development of a food antioxidant complex of plant origin. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 6(11 (102)), 66–73. doi:http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019. 186442. http://journals.urau.ua/eejet/article/view/186442).
 23. Bilous, O., Demidov, I., & Buhkalo, S. (2015). Developing the complex antioxidant from walnut leaves and calendula extracts. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(6), 22–26. doi:10.15587/1729-4061.2015.35995.
 24. Buhkalo S.I. Udoskonaljuvannja metodiv ocinki znan' studentiv vishnih navchal'nih zakladiv. Visnik NTU «KhPI». Kh.: 2014. № 16. S. 3–11.
 25. Buhkalo S.I., Ol'hov's'ka O.I., Ol'hov's'ka V.O., Zipunnikov M.M. Doslidzhennja ta analiz innovacijnih zahodiv z tehnologii kompleksnoї utilizacii pisljaspirtovoї bardi. Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – № 15(1340), pp. 66–74. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.12
 26. Buhkalo S.I. Mozhlivosti rozvitku tehnologij modifikovanih krohmaliv. Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – № 21(1346). – pp. 84–93. doi: 10.20998/2220-4784.2019.21.13
 27. Buhkalo S.I. Osnovni skladovi kompleksnih pidpriemstv energetichnogo miks. Visnik NTU «KhPI». 2015. № 7 (1116), pp. 103–108.

Надійшла (received) 23.06.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Бухкало Світлана Іванівна (Бухкало Светлана Ивановна, Buhkalo Svetlana Ivanovna) – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1389-6921>; e-mail: bis.khr@gmail.com

С. И. БУХКАЛО

ВЫБОР СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНОЙ ТАРЫ И УПАКОВКИ ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В статье приведены возможности решения некоторых проблем в рамках выбора моделей и научного обоснования разработки технологии комплексной утилизации полимерной тары и упаковки после завершения сроков их эксплуатации с целью повышения эффективности использования твердых бытовых отходов и отходов различных отраслей промышленности на комплексном предприятии, которое может обеспечивать все свои энергетические потребности самостоятельно. Исследования направлены на изучение таких вопросов как: 1) классификация-идентификация моделей организации сбора и транспортировки отходов; 2) их классификация-идентификация по методам контроля качества с учетом устойчивости к воздействию природных факторов – солнечного света, воды; климатических условий и микроорганизмов; 3) анализ выбора научно-обоснованных моделей переработки и утилизации полимеров как части твердых бытовых отходов; 4) разработка необходимых технологических схем и оборудования для переработки отходов; 5) выбор компаний для утилизации полимеров и вида энергетических ресурсов для реализации этих проектных и технологических решений.

Ключевые слова: комплексная синергетическая утилизация, полимерная тара и упаковка, научно обоснованные модели.

**S. I. BUKHALO, A. O. AGEICHEVA, O. M. BELYANSKIY, M. V. MOSKALENKO,
ZH. V. DERKUNSKA, S. P. IGLIN**

INNOVATIVE APPROACHES TO TEACHING AT HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN EXAMPLES AND TASKS

The importance of teaching students at higher educational institutions by innovating study methods is investigated. Main innovative approaches were investigated. The usage of cases and projects in classes are studied. It is discussed that classic case promotes the development of independent decision-making skills, the second purpose of working with the case in the classroom is a communicative practice. It is described possible projects in the article. Innovative approaches for the formation of critical thinking skills is described in the article. It was determined that the systematic usage of the innovative approaches at higher educational institutions makes gave possibility to effectively soft skills formation.

Key words: case studies, project-oriented approach, innovative teaching approaches, pedagogy, foreign language, communication, innovative teaching technologies.

**С. І. БУХКАЛО, А. О. АГЕЙЧЕВА, О. М. БЕЛЯНСЬКИЙ, М. В. МОСКАЛЕНКО,
Ж. В. ДЕРКУНСЬКА, С. П. ІГЛІН**

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ВИКЛАДАННЯ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ У ПРИКЛАДАХ І ЗАДАЧАХ

Досліджено важливість навчання студентів вищих навчальних закладів за інноваційними методами та основними інноваційні підходи. Вивчається використання кейсів і проєктів на заняттях. Обговорюється, що класичний кейс сприяє розвитку навичок самостійного прийняття рішень, другою метою роботи з кейсом на уроці є комунікативна практика. У статті описані можливі проєкти. У статті описано інноваційні підходи до формування навичок критичного мислення. Визначено, що систематичне використання інноваційних підходів у вищих навчальних закладах дає можливість ефективно формувати soft skills.

Ключові слова: кейс дослідження, проєктно-орієнтований підхід, інноваційні підходи до навчання, педагогіка, іноземна мова, комунікація, інноваційні методи та технології навчання.кейси,

Introduction

Today, innovative teaching methods occupy a special place in the education system.

Innovative methods are new, modern methods in the work of a teacher, which are an effective means of developing the cognitive, communicative, personal activities of students.

The emergence of innovative methods is due to the demands of modern society, which is in a state of continuous development and change. Consequently, the education system in such a society must also change and improve in order to meet these demands. There are many different innovative methods.

Identification of previously unsettled parts of the general problem. Innovative teaching methods are methods based on business cooperation between the teacher and students, involving the teacher in their problems and providing an opportunity to assert themselves. Self-affirmation helps to increase motivation for learning and the subsequent choice of a life path. Innovations, or innovations, are characteristic of any professional activity of a person and therefore, naturally, become the subject of study, analysis and implementation. Innovations are the result of scientific research, advanced pedagogical experience of individual teachers and entire teams.

Thus, the innovation process consists in the formation and development of content and the organization of the new. In general, the innovation process refers to the complex activity of creating, developing, using and disseminating innovations.

In the developing educational system, innovative processes are being introduced in the following areas: the formation of new educational content, the development and implementation of new pedagogical technologies. The emergence and intensive development of innovative teaching methods is due to the fact that new tasks have arisen before the educational process - not only to provide students with ready-made knowledge, but also to ensure the formation and development of cognitive interests and abilities, creative thinking, skills and abilities of independent decision-making. In other words, a higher educational institution is faced with the task of ensuring the effective formation of the required competencies that characterize the knowledge, skills and abilities of a graduate in certain areas of professional activity. These requirements are clearly spelled out in modern educational standards, when a competency-based approach is used to assess the assimilation of taught disciplines, i.e. not just knowledge and skills are

© Bukhkalov S.I., Ageicheva A.O., Belyanskiy O.M.
Moskalenko M.V., Derkunska ZH.V., Iglin S.P., 2023

evaluated, but professional competencies as the ability to successfully act on the basis of practical experience, skills and knowledge in solving professional problems.

The main purposes of this paper is to summarize the current changes in didactics for the use of innovative teaching approaches and to study the understanding of changes by teachers. Increasing the effectiveness of the formation of professional competencies through the use of project-oriented teaching methods in higher educational institutions.

The main part.

Today, modern universities are faced with the difficult task of preparing competent specialists, not only with the necessary level of knowledge in their chosen profession. The demand for graduates of higher educational institutions in the labor market is determined by their mobility, the ability to competently work with information, make decisions, independently carry out cognitive, creative activities. One of the most advanced technologies that allow developing the creative qualities of students is the project method.

The project activity of students is a necessary condition for the implementation of the project-target approach, being an innovative project-target learning technology. A project is a form of organization of large, relatively independent undertakings; these are the wishes and intentions of the author of the project to eliminate problems, described in a certain professional language; this is something that will definitely be implemented, otherwise it is not a project; limited in time, territory, within the framework of the topic and in the human, financial and other resources used; without a description of wishes (goals), containing only a description of the intention of actions - this is a plan; without a description of the intention of actions (tasks) is a "project" As you know, the main goal of the project-oriented approach is to create conditions under which students have the opportunity to effectively use previously acquired knowledge to solve scientific and practical problems, independently acquire the missing knowledge and develop research skills and abilities. In our opinion, the experience of participating in research conducted at domestic and world-class experimental facilities is of particular value for students to realize the scientific and practical significance of their work. Due to objective reasons, students, as a rule, cannot directly participate in experiments, and their participation in these works is reduced mainly to the processing and analysis of experimental data obtained by others. However, it should be noted that, as a rule, students are provided with "raw" materials for analysis without any preliminary processing. The emergence of new tasks is due to the rapid development of the information environment. Under these conditions, traditional forms of education should be supplemented with interactive elements, which can only be achieved with practice-oriented learning, which involves educational and cognitive activities both in the study of academic disciplines and in the implementation of industrial practice.

An analysis of the assessment of the conditions for the formation of professional competencies revealed that in the process of preparing students, the greatest effect can be achieved using project-oriented teaching methods, since their use involves independent planning and active implementation of a specific problem and task, often associated with real production conditions. At the same time, as a result of the implementation of project-oriented tasks, students must provide ready-made solutions for a specific production situation with certain initial conditions. Moreover, these decisions, if possible, should be as close as possible to real production conditions, taking into account all organizational and technological factors of production. The degree of possibility of implementation in real production may depend on the level of specification of the task.

An alternative approach to the implementation of the project method is that a project is considered not a narrow production task with known initial conditions and a general algorithm for achieving the goal, which is solved within the framework of studying one specific discipline, but a complex task that involves a phased solution using the resources of different disciplines which, as a result, form a number of professional competencies among students.

The project-oriented approach allows structuring the process of competence formation. The implementation of projects by students in the learning process (both short-term and long-term) contributes to the gradual formation of professional competencies.

Depending on the length of the learning cycle, projects can be short-term or long-term. Short-term projects are focused on the development and practical implementation of small products. As a rule, work on such projects is mainly limited to the framework of one discipline.

In general, each project should include five main components:

- problem;
- design (planning);
- search for information;
- product (creation of a project product);
- presentation of the project product.

The study is motivated by the problem of ensuring the quality of education of modern youth with the aim of active participation in complex innovative inter-university projects (Figs. 1 – 3). The teacher is entrusted with such functions as coordinating the cognitive process, correcting the course, consulting in drawing up an individual study plan, managing educational projects, etc. Humanization of education as a leading component trend of its development means the orientation of education towards students, creation of conditions for the manifestation and development of their individuality at all stages of education in various higher education institutions [10–16]. Such conditions contribute to the protection of humanity in general and students in particular from the danger of them losing their uniqueness, alienation from life, the world of nature and culture; they are aimed at maximum satisfaction of

higher human needs in self-actualization, self-realization, professional and social development [12–17, 21, 22].
General reserves of innovative projects:

1. Cooperation on further identification and formation of intellectual property objects of complex developments based on inter-university partnership relations.

2. An increase in the number of students who work independently and with enthusiasm, gain an active position and increased creative potential.

3. Growth of the types, quality and quantity of intellectual innovative products in higher educational institutions, as well as the quality and quantity of innovations developed and implemented in practice and other types of activities [1, 21, 22].

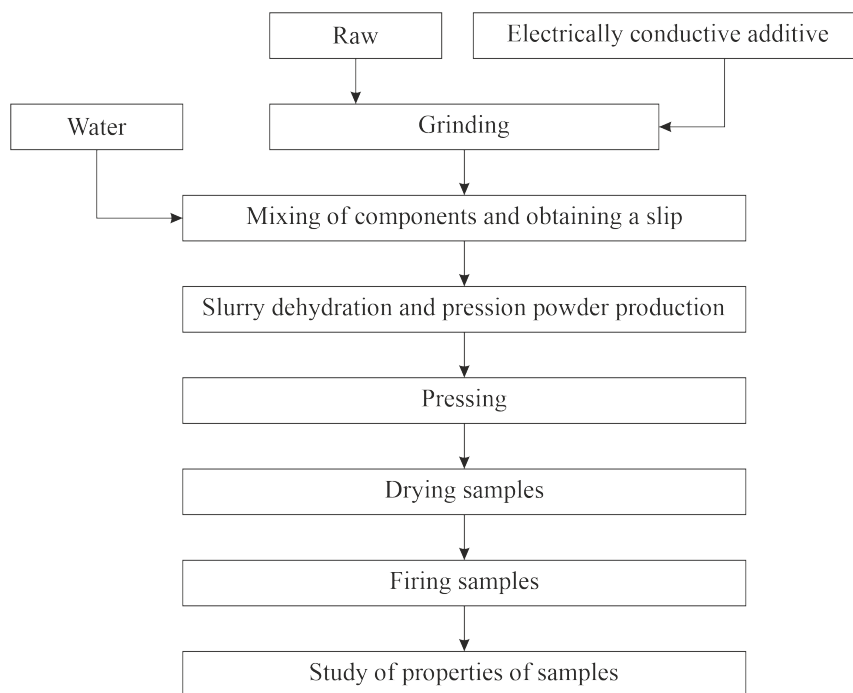


Figure 1. An example of a functional sample processing scheme according to the requirements of the project's scientific and technical documentation

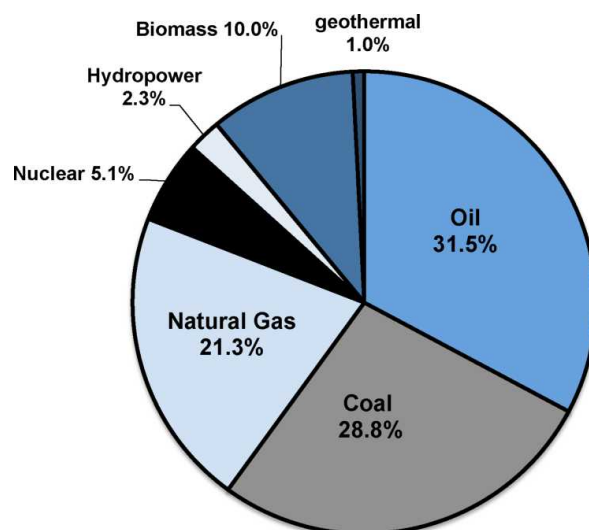


Figure 2. Global Energy Consumption by Source, 2011 Source: International Energy Agency (IEA 2013)



Figure 3. The Project is supported by the Australian Government through the Renewable Remote Power Generation Program. The Program is implemented by the State's Office of Energy in Western Australia

Project-oriented learning differs from the traditional one in more rational planning of interdisciplinary learning with a focus on a particular student, his individual learning path.

Under the practice-oriented approach, we mean a set of techniques, methods, methods, forms of training, aimed at the formation of practical skills in professional activities. A practice-oriented approach to teaching allows solving one of the main tasks of training specialists - creating conditions for the development of professional competence of a person who is able to compete in the labor market. Undoubtedly, the formation and development of professional competencies takes place in a complex, systematic way.

The inclusion of practical actions in the educational process creates an educational space in which the theoretical base acquires its practical implementation. Thus, a practice-oriented approach creates the possibility of a gradual increase in the professional qualifications of a specialist - from the formation of typical professional actions to productive creative activity. A practice-oriented approach involves the use of project-based learning within the framework of training courses, during which students are purposefully prepared for social project activities.

The technology of project work is the organization of the educational process in accordance with the algorithm for the phased solution of a problematic task or the completion of an educational task. The project involves a joint educational and cognitive activity of a group of students aimed at developing a concept, setting goals and objectives, formulating expected results, determining the principles and methods for solving the tasks set, planning the progress of work, searching for available and optimal resources, phased implementation of the work plan, presentation of work results, their comprehension and reflection.

The main goals of the technology of project-based learning are: mastering by students the skills of designing, constructing, organizing and analyzing their

activities; creation of conditions for the formation of personally significant experience of individual and joint activities in solving problems. There are various classifications of project types. Let's dwell on some of them. Research projects have a structure close to genuine scientific research. They involve the argumentation of the relevance of the topic, the definition of the problem, object, subject, goals and objectives of the study. It is obligatory to put forward a research hypothesis, designate research methods and conduct an experiment, designate problems for further research. Information projects are a type of projects designed to teach students how to extract and analyze information. This is an educational and cognitive activity with a pronounced heuristic orientation.

Project participants study various sources of information and use various methods of obtaining information, processing it and presenting it. Such a project may be part of a research project or may develop into one. Creative projects have a less developed structure, students' educational and cognitive activity is carried out within the framework of the framework task, obeying the logic and interests of the project participants, but they are still built according to a certain logic: determining the need, studying the analysis of existing objects), designating requirements for the design object, developing ideas, their analysis and selection of one, planning, production, evaluation.

The form of presentation of the results may be different. Game projects assume that project participants perform certain roles determined by the content of the project. Leading activity - role-playing game. Be sure to outline the problem and goals of the project. Results can sometimes be determined only at the end of the project. But the reflection of the participants and the correlation of the results obtained with the goal is necessary. And, finally, practice-oriented projects are projects that necessarily involve a practical way out.

The result may be a product that satisfies a specific need; social result aimed at satisfying the interests of the project participants or at solving social problems, etc. A

well-thought-out project structure is important here; good organization of activities, presentation of the results obtained and possible ways to implement them in practice.

The main conditions for applying the project method include:

- the existence of a significant problem that needs to be solved through research and the application of integrated knowledge;
- the significance of the expected results for the implementation of the project;
- structuring the stages of project implementation; - independent activity of students in a situation of choice.

Thus, project-based learning is a motivated, practice-oriented educational activity of students aimed at self-realization of creative, research and other abilities of students, the formation of social design and modeling competencies, and the increment of their intellectual potential.

The project, as a rule, is aimed at developing technologically supported optimal options for solving current and future social problems. It has socio-diagnostic and technological support: it is determined by the purpose, tasks; equipped with an implementation mechanism, clearly and specifically planned, assessed in terms of viability. It is really the best option for solving a social problem with the greatest social effect.

Over the past decade, the system of higher education in Ukraine has undergone significant structural transformations: universities have received a greater degree of autonomy in managing their activities, greater freedom in determining educational policy, the orientation of universities' specialization and competitiveness has changed. The goals and results of the activity of higher educational institutions, taking into account the needs of the state and society, are a radical renewal of educational technologies, a change in the organizational and economic mechanisms for managing the image of individual institutions, increased competition in the educational services market, creating the need to search for new strategic approaches in the management of higher education.

So, innovative teaching methods include interactive and computer technologies. Interactive technologies include lectures and seminars. Computer learning technologies include the collection, processing, storage and transmission of information from student to student and vice versa. Today, purposeful and comprehensive training of a specialist is required, including a wide range of not only information knowledge and skills, but also information competencies related to the search, extraction and critical analysis of information, the ability to independently acquire and produce new knowledge. In other words, we are talking about the formation of the information culture of the future specialist.

Along with the use of various innovative technologies, it is necessary to actively use teaching methods in the educational process of the university, stimulating the cognitive activity of students, based mainly on dialogue, involving a free exchange of views

on ways to solve a particular problem, characterized by a high level of student activity. Teaching methods that meet the above requirements include heuristic learning, brainstorming, problem-based learning, debate, cross-discussion, design method, case study.

Case study is often referred to as a business game in miniature, as this method combines professional activities with gaming. The essence of this technology lies in the fact that the educational material is presented in the form of micro-problems, and knowledge is acquired by students as a result of their active research and creative activity to develop solutions. Among the advantages of the method, researchers note: practical orientation and variability of training; possibility of application in distance learning; economy in terms of material and time costs; the ability to adapt the case to a real organizational situation; the possibility of creating a favorable socio-psychological climate that motivates participants to use their experience, be active, and use creative abilities.

The latter is especially important for students of creative professions, such as a journalist, an advertising and PR specialist, a marketer; the possibility of establishing two-way communication between the moderator (teacher) and participants; the opportunity for students to increase their confidence that they can cope with such tasks in reality or, conversely, identify their weaknesses; the opportunity for participants to make mistakes in a situation close to reality, and then analyze them. The case method usually includes the following important components: a description of a situation / story that happened somewhere (for example, in a real company), background information with a detailed description of all the details (Background), various semantic components of the situation that logically complement each other, comments on the situation by various people (by the heroes of the described situation), the formulation of the problem that needs to be solved. [20, 21–29].

The case method necessarily involves describing a variety of relationships, conflicts, bringing opinions, emotions and views of the heroes of the case. Consequently, this is a whole life story, plunging into which, the student finds himself in the role of a decision maker, while the main difficulty in making a decision to solve the problem is associated with the need for a thorough understanding and analysis of the totality of various connections, conflicting subcomponents of the situation, life experience, emotions, opinions of people - the heroes of the situation. The student feels himself in the role of a person solving a problem, but at the same time it becomes clear to him that this decision will not be positive for all the heroes of the story.

Unlike many other teaching methods, the case method requires teachers to refrain from expressing their own opinions about the decisions being considered. The main task of teachers using the case method is to motivate students to develop, describe and defend solutions to the problems presented in each case. Cases aimed at encouraging students to make decisions have a

number of advantages for the processes of self-development and self-learning. One of them is that the student learns to discover connections between real events and decision making. Another advantage is the need to look at the case from the individual's point of view. Young people learn to accept, explain and defend their decisions. This type of activity stimulates the cognitive activity of a person, because he needs to develop, think over the best solution, formulate many different proofs.

Conclusions and ideas for further investigation

One of the most important advantages of this method is that the process of completing a task to solve a case interests students and is attractive to them. Thus, it is advisable to conclude that cases motivate students to carry out active mental and creative activities, as they provide them with the opportunity to make decisions and solve real business problems, acting as leaders/managers. Students realize the chance to compete and demonstrate their analytical and managerial skills. At the same time,

students are effectively working to improve their own speech skills for free communication in a foreign language. They use language naturally, language is a tool for communication and problem solving. The teacher should try to play the role of observer, mediator, direct the progress of work, provide the necessary language clarifications in case of students' difficulties, ensure successful group communication.

The teacher should offer help and support depending on the needs and abilities of the students to carry out this type of activity. It is safe to say that this method should be used as an important final stage of work on the topic, since it allows you to most fully activate speech activity, stimulating the use of acquired lexical and grammatical knowledge in "live" communication. The case method allows students to prove themselves as a professional, a specialist who solves important professional problems at the global level.

Список літератури

1. Binytska, K., Buchkivska, G., & Kokieli, A. (2020). Requirements for system of professional competencies of English teacher in EU countries. *Continuing Professional Education Theory and Practice (Series: Pedagogical Sciences)*, 2 (63), 85-90. DOI: 10.28925/1609-8595.2020.2.122.
2. Loewen, S., Li, S., Fei, F., Thompson, A., Nakatsukasa, K., Seongmee, A., & Xiaoqing, C. (2009). Second language learners beliefs about grammar instruction and error correction. *The Modern Language Journal*, 93(1), 91-104.
3. TESOL International Association. Standards for the Recognition of Initial TESOL Program in P-12 ESL Teacher Education.
4. British Council. Vocabulary. Level Advanced. – URL: <https://learnenglish.britishcouncil.org/vocabulary>
5. English Language Teaching; Vol. 14, No. 11; 2021 ISSN 1916-4742 E-ISSN 1916-4750 Published by Canadian Center of Science and Education
6. Fei, X., & Derakhshan, A. (2021). A conceptual review of positive teacher interpersonal communication behaviors in the instructional context. *Frontiers in psychology*, 12, 2623. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.708490>
7. Бухкало С.І. Деякі концепції сталого розвитку України Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II/за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 172.
8. Бухкало С.І. Основні властивості плівкового полімерного покриття геліоколекторів. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II/за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 173.
9. Бухкало С.І. Синергетичні моделі утилізації-модифікації полімерної частки ТПВ. Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2017. – № 41 (1263), С. 17–27.
10. Bukhhalo S.I J.J. Klemeš, L.L. Tovazhnyanskyu, O.P. Arsenyeva, P.O. Kapustenko, O.Yu. Perevertaylenko. Eco-friendly synergetic processes of municipal solid waste polymer utilization. *CHEMICAL ENGINEERING*

- TRANSACTIONS. VOL. 70, 2018, pp. 2047–2052
11. Говоров П.П., Бухкало С.І., Кіндінова А.К., Говорова К.В. Загальні закономірності системи бактерицидних установок знезараження води. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II/за ред. проф. Сокола Є.І. – Х: НТУ «ХП», с. 181.
 12. Калініченко Д.В., Бухкало С.І., Мірошніченко Н.М. та ін. Описовий алгоритм процесів кристалізації цукру. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II/за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 207.
 13. Мальцева А.О., Бухкало С.І., Ігліні С.П., та ін. Загальні умови процесів кристалізації цукру. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р. Ч. II/за ред. Сокола Є.І. – Х: НТУ «ХП», с. 233.
 14. Ольховська В.О., Кравченко О.С., Бухкало С.І. Складові алгоритму пошуку раціональних закономірностей роботи обладнання. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р. Ч. II/за ред. Сокола Є.І. – Х: НТУ «ХП», с. 249.
 15. Агейчева А.О., Агейчева О.О. Можливі причини зниження фільтраційних характеристик привибійної зони пласта. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II/за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 150.
 16. Kapustenko P., Klemeš J.J., Arsenyeva O., Fedorenko O., Kusakov S., Bukhhalo S. The Utilisation of Waste Heat from Exhaust Gases after Drying Process in Plate Heat Exchanger. *Chemical Engineering Transactions*, 81, 589-594. DOI:10.3303/CET2081099
 17. Бухкало С.І., Агейчева А. О., Агейчева О. О., Бабаш Л. В., Пшичкіна Н. Г. Методичні аспекти реформування дистанційного навчання в системі вищої освіти. Вісник НТУ «ХП». Х.: НТУ «ХП», 2020. № 5(1359). С. 3–10.
 18. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (прикладні та

- тести). 2-ге вид. доп.: ч. 2. [текст] підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2018, 108 с.
19. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (прикладні та тести з технології крохмалу). 2-ге вид. доп.: ч. 2. [текст] підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2019, 108 с.
 20. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (прикладні та тести з технології переробки плодоовочевої сировини), 2-ге вид. доп. Ч. 3. Підр. з грифом. К: «ЦНУ»: 2022, 108 с.
 21. Timmons D. The economics of renewable energy / D. Timmons, Jonathan M. Harris and Brian Roach // Global Development And Environment Institute, Tufts University. 2014. – P. 52.
 22. Joshua Earnest, Tore Wizelius. Wind power plants and project development. 2011. – P. 484.
 23. Martin Kay. The Proper Place of Men and Machines in Language Translation. Machine Translation 12: 3–23, 1997. 9. Proceedings of the Eighth Conference of the Association for Machine Translation in the Americas, Waikiki.
 24. S. Bukhhalo. The system and models of complex treatment of industrial effluents. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: у 5 ч. Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ», с. 170.
 25. Бухкало С.І., Іглін С.П., Ольховська О.І., Ольховська В.О. та ін. Приклад постановки задачі експерименту Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: у 5 ч. Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ», с. 171.
 26. Бухкало С.І. Комплексні інноваційні системи викладання дисципліни сучасні технології харчування – моделі програмування. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 65–77.
 27. Бухкало С.І., Іглін С.П., Кравченко В.О., Копейченко С.А., Назаренко М.В. Приклади та задачі комплексного викладання дисципліни харчова хімія. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 89–96.
 28. Бухкало С.І. Комплексні системи викладання дисципліни основи проектування обладнання хімічних виробництв як співпраця асоціацій EFCE та CFE-UA. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 13–22.
 29. Бухкало С.І., Земелько М.Л. Дослідження комплексного впливу складових шоколадної маси на її властивості та конкурентоспроможність для різновидів галузей. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 54–64.
 5. English Language Teaching; Vol. 14, No. 11; 2021 ISSN 1916-4742 E-ISSN 1916-4750 Published by Canadian Center of Science and Education
 6. Fei, X., & Derakhshan, A. (2021). A conceptual review of positive teacher interpersonal communication behaviors in the instructional context. *Frontiers in psychology*, 12, 2623. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.708490>
 7. Bukhhalo S.I. Deyaki koncepciyi stalogo rozvytku Ukrainy. Informacijni tehnologii: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II./za red. prof. Sokola Ye.I. – Xarkiv: NTU KhPI, p. 172.
 8. Bukhhalo S.I. Osnovni vlasty'vosti plivkovogo polimernogo pokry'ttya geliokolektoriv. Informacijni tehnologii: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II./za red. prof. Sokola Ye.I. – Xarkiv: NTU «KhPI», p. 173.
 9. Bukhhalo S.I. Synergetic processes of utilization-modification for polymer part of municipal solid waste. *Bulletin of NTU KhPI, Kharkiv*, 2017, 41 (1263), 17 – 27.
 10. Bukhhalo S.I J.J. Klemeš, L.L. Tovazhnyansky, O.P. Arsenyeva, P.O. Kapustenko, O.Yu. Perevertaylenko. Eco-friendly synergetic processes of municipal solid waste polymer utilization. *CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS. VOL. 70*, 2018, pp. 2047–2052.
 11. Govorova P.P., Bukhhalo S.I., Kindimova A.K., Govorova K.V. Zagal'ni zakonimirostny' baktery'cy' dny' x ustanovok znezrazhennya vody'. Informacijni tehnologii: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II./za red. prof. Sokola Ye.I. – Kh.: NTU «KhPI», p. 181.
 12. Kalinichenko D.V., Bukhhalo S.I., Miroshny'chenko N.M. ta in. Opy'sovy'j algory'tm procesiv kry'stalizaciyi czukru. Informacijni tehnologii: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II./za red. prof. Sokola Ye.I. – Xarkiv: NTU «KhPI», p. 207.
 13. Mal'ceva A.O., Bukhhalo S.I., Iglin S.P., ta in. Zagal'ni umovy' procesiv kry'stalizaciyi czukru. Informacijni tehnologii: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II./za red. prof. Sokola Ye.I. – Xarkiv: NTU «KhPI», p. 233.
 14. Ol'xov's'ka V.O., Kravchenko O.S., Bukhhalo S.I. Skladovi algory'tmu poshuku racional'ny'x zakonimirostey roboty' obladnannya. Informacijni tehnologii: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II./za red. prof. Sokola Ye.I. – Xarkiv: NTU «KhPI», p. 249.
 15. Agejcheva A.O., Agejcheva O.O. Mozhly'vi pry'chy'ny' zny'zhennya fil'tracijny'x xaraktery'sty'k pry'vy'bijnoyi zony'plasta. Informacijni tehnologii: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: Ch. II./za red. prof. Sokola Ye.I. – Xarkiv: NTU «KhPI», p. 150.
 16. Kapustenko P., Klemeš J.J., Arsenyeva O., Fedorenko O., Kusakov S., Bukhhalo S. The Utilisation of Waste Heat from Exhaust Gases after Drying Process in Plate Heat Exchanger. *Chemical Engineering Transactions*, 81, 589–594. DOI:10.3303/CET2081099
 17. Bukhhalo S.I., Agejcheva A. O., Agejcheva O. O., Babash L. V., Pshy'chkina N. G. Metody'chni aspekty' reformuvannya dy'stancijnogo navchannya v sy'stemi

Bibliography (transliterated)

1. Binytska, K., Buchkivska, G., & Kokieli, A. (2020). Requirements for system of professional competencies of English teacher in EU countries. *Continuing Professional Education Theory and Practice (Series: Pedagogical Sciences)*, 2 (63), 85-90.
2. Loewen, S., Li, S., Fei, F., Thompson, A., Nakatsukasa, K., Seongmee, A., & Xiaoqing, C. (2009). Second language learners beliefs about grammar instruction and error correction. *The Modern Language Journal*, 93(1), 91-104.
3. TESOL International Association. Standards for the Recognition of Initial TESOL Program in P-12 ESL Teacher Education.
4. British Council. Vocabulary. Level Advanced. – URL: <https://learnenglish.britishcouncil.org/vocabulary>

- vy`shhoyi osvity`. Visnyk NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2020. – No. 5(1359). – pp. 3–10.
18. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoї promislovosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi). 2-ge vid. dop.: ch. 2. [tekst] pidruchnik z grifom MON. Kiiv «Centr uchbovoї literaturi»: 2018, 108 p.
 19. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoї promislovosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologii krohmajlu). 2-ge vid. dop.: ch. 2. [tekst] pidruchnik z grifom MON. K «Centr uchbovoї literaturi»: 2019, 108 p.
 20. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoї promislovosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologii pererobki plodoovochevoї sirovini), 2-ge vid. dop. Ch. 3. Pidruchnik z grifom. K: «CNL»: 2022, 108 p.
 21. Timmons D. The economics of renewable energy / D. Timmons, Jonathan M. Harris and Brian Roach // Global Development And Environment Institute, Tufts University. 2014. – P. 52.
 22. Joshua Earnest, Tore Wizelius. Wind power plants and project development. 2011. – P. 484.
 23. Martin Kay. The Proper Place of Men and Machines in Language Translation. Machine Translation 12: 3–23, 1997. Proceedings of the Eighth Conference of the Association for Machine Translation in the Americas, Waikiki.
 24. S. Bukhhalo. The system and models of complex treatment of industrial effluents. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, Ч. II/ Ch. II/za red. prof. Sokola Ye.I. – Kh: NTU «KhPI», p.170.
 25. Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Ol'xovs'ka O.I., Ol'xovs'ka V.O. ta in. Pry'klad postanovky` zadachi ekspery'mentu Informacijni tehnologiiyi: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy` dopovidej XXVIII mizhnarodnoyi naukovo-prakty'chnoyi konferenciyi MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnya 2020 r.: u 5 ch. Ch. II/za red. prof. Sokola Ye.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 171.
 26. Bukhhalo S.I. Kompleksni innovacijni sistemi vkladannja disciplini suchasni tehnologii harchuvannja –modeli programuvannja.. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 65–77
 27. Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Kravchenko V.O., Kopejchenko C.A, Nazarenko M.V. Prikladi ta zadachi kompleksnogo vkladannja disciplini harchova himija. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 89–96.
 28. Bukhhalo S.I. Kompleksni sistemi vkladannja disciplini osnovi proektuvannja obladannja himichnih virobniectv jak spivpracija asociacij EFCE ta CFE-UA. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 13-22.
 29. Bukhhalo S.I., Zemel'ko M.L. Doslidzhennja kompleksnogo vplivu skladovih shokoladnoї masi na її vlastivosti ta konkurentospromozhnist" dlja riznovidiv galuzej. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2(1364), pp. 54–64.

Надійшла (received) 19.06.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Бухкало Світлана Іванівна (Бухкало Светлана Ивановна, Bukhhalo Svitlana Ivanovna) – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1389-6921>

Агейчева Анна Олександрівна (Агейчева Анна Александровна, Ageicheva Anna Oleksandrivna) – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри загального мовознавства та іноземних мов, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2184-8820>; e-mail: ageicheva@ukr.net

Белянський Олександр Миколайович (Белянский Александр Николаевич, Belyanskiy Oleksandr Mykolaiuvych) – аспірант кафедри загального мовознавства та іноземних мов, Національний університет «Полтавська політехніка ім. Ю.Кондратюка» ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8546-0660>

Москаленко Марина Володимирівна (Москаленко Марина Владимировна, Moskalenko Maryna Volodymirivna) – викладач кафедри загального мовознавства та іноземних мов, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6135-5652> e-mail triksi1309@gmail.com

Деркунська Жанна Вікторівна (Деркунская Жанна Викторовна, Derkunska Zhanna) – викладач коледжу нафти і газу, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна e-mail derkunska@ukr.net

Іглін Сергій Петрович (Иглин Сергей Петрович, Iglin Sergii Petrovich) – кандидат технічних наук, професор кафедри прикладної математики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9144-7427>; e-mail: bis.khr@gmail.com

С. И. БУХКАЛО, А. А. АГЕЙЧЕВА, А. Н. БЕЛЯНСКИЙ, М. В. МОСКАЛЕНКО, Ж. В. ДЕРКУНСКАЯ, С. П. ИГЛИН

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ДЛЯ ЗАВЕДЕНИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В ПРИМЕРАХ И ЗАДАЧАХ

Исследована важность обучения студентов высших учебных заведений по инновационным методам и основным инновационным подходам. Изучается использование кейсов и проектов на занятиях. Обсуждается, что классический кейс способствует развитию навыков самостоятельного принятия решений, второй целью работы с кейсом на уроке является коммуникативная практика. В статье описаны возможные проекты. В статье описаны инновационные подходы к формированию навыков критического мышления. Определено, что систематическое использование инновационных подходов в высших учебных заведениях позволяет эффективно формировать soft skills.

Ключевые слова: кейс исследования, проектно-ориентированный подход, инновационные подходы к обучению, педагогика, иностранный язык, коммуникация, инновационные методы и технологии обучения.

С. І. БУХКАЛО

ПРИКЛАДИ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ СКЛАДОВИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ІННОВАЦІЙНИХ РЕСТОРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У матеріалах статті розглянуті можливості для визначення цілей навчання студентів ВНЗ з метою розробки дисципліни Інноваційні ресторани технології для розвитку складових комплексних проектів. При написанні статті використано досвід викладання дисциплін Загальні технології харчових виробництв, Харчова хімія та Сучасні технології харчування в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» на кафедрі інтегрованих технологій, процесів і апаратів у 2002–2023 рр. Комплексні системи визначення складових дисципліни зумовили компетентності та якість матеріалу, а питання, що розглядаються пропущені через призму власного творчого сприйняття, що робить матеріал особливо цінним. Розробки проведені з застосуванням сучасних високоефективних науково-обґрунтованих технологій харчових виробництв, наприклад, від різновидів аналізу класифікації-ідентифікації, загальних понять та вимог до різновидів методології визначення показників рівня якості та їх оцінки через вибір алгоритмів розрахунків на різних стадіях виробництва та застосування отриманих товарів.

Ключові слова: інноваційні ресторани технології, комплексні дисципліни, науково обґрунтовані методи навчання студентів, визначення моделей прикладів.

Вступ. Хлібобулочні вироби характеризуються високими органолептичними властивостями. Вони мають неповторний аромат, який створюють понад 300 ароматоутворюючих речовин [1, 2, 3, 4]. До основних факторів, які впливають на формування споживних властивостей хлібобулочних виробів, належать вид сировини та її якість, технологія виготовлення продукції.

Початковим етапом комплексного інноваційного дослідження є визначення складових хлібобулочних виробів: вуглеводи, білки, жири, органічні кислоти, мінеральні речовини та ін. Хімічний склад хлібобулочних виробів обумовлюється видом і сортом борошна, рецептурою, способами приготування тіста, випікання та іншими факторами. У простому пшеничному хлібі міститься від 38 до 44 % води, 38–48 % вуглеводів, 7,5–8,5 % білків, 1–1,5 % жирів. У житньому хлібі води на 3–6 % більше, ніж у пшеничному.

Хліб з борошна вищих сортів має у своєму складі трохи менше води. Подові назви хліба, порівняно з формовими, поліпшені та здобні вироби порівняно з простими, характеризуються меншим вмістом води. Пшеничний хліб має у своєму складі білків на 2–3 % більше, ніж житній. Хліб з борошна вищих сортів бідніший на білкові речовини, проте вони більш повноцінні.

Хліб поліпшений і здобний, до складу якого входять молочні, ячні та деякі інші продукти, характеризуються підвищеним вмістом білкових речовин, і насамперед повноцінних білків. Хліб багатий на вуглеводи: крохмаль, декстрини, цукри і харчові волокна. До харчових волокон належить клітковина, яка сприятливо впливає на функції травного тракту, ліпідний обмін речовин, виведення з організму токсичних і радіоактивних речовин. Тому в багатьох країнах світу практикують виготовлення хліба з цілого зерна, а точніше, з борошна, до складу якого входять усі структурні частини зерна. Пшеничні види хліба порівняно з житніми мають у своєму складі більше вуглеводів, 95 % з яких – це

крохмаль. Цукрів у простому хлібі міститься 0,7–1,4 %, клітковини – 0,1–1,2 %. Якщо крохмалю більше у пшеничному хлібі, то цукру і клітковини – у житньому. З підвищенням сорту борошна кількість вуглеводів зростає, а цукру і клітковини, навпаки, зменшується. Вміст цукру збільшується з додаванням у тісто молока, молочної сироватки, цукру та деякої іншої сировини. У хлібі з борошна нижчих сортів міститься дещо більше жиру. Ячні і молочні продукти, вершкове масло, маргарин збагачують хліб жирами. Також він має у своєму складі органічні кислоти (молочну, оцтову, яблучну, пропіонову та ін.), які активізують діяльність травного тракту людини, поліпшують мікрофлору кишечника, активізують кальцієвий обмін. Молочна кислота утворюється при бродінні опари й тіста і потрапляє у хліб разом з молочною сироваткою.

Інновації представлені як комплексне використання складових різновидів основної та допоміжної сировини, як напрямок наукового обґрунтування розвитку технологічних складових процесів галузі сфери обслуговування, пов'язаних із впровадженням результатів наукових досліджень і втілення розробок у практику. Розширена класифікація-ідентифікація може бути представлена різновидами з урахуванням сфери діяльності підприємства: технологічні; економічні; сфери управління та ін.

Основні напрямки дослідження визначені як:

Об'єкт дослідження – розробка технологічного та функціонального забезпечення виготовлення хліба з водоростями.

Предмет дослідження – технологія виготовлення хлібу збагаченого макро- і мікроелементами.

Мета дослідження – виявлення та теоретично обґрунтувати умови підвищення функціональних властивостей хліба збагаченого макро- і мікроелементами.

© Бухкало С., 2023

Складові прикладу дослідження, перш за все, можна визначити як детальний розгляд можливостей наукового обґрунтування. Згідно із Законом України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» харчова добавка – це природна чи синтетична речовина, яка спеціально вводиться у харчовий продукт для надання йому бажаних властивостей. До харчових добавок відносяться речовини, які самі по собі споживаються як харчові продукти, вони направлено вносяться у харчовий продукт для виконання певних функцій покращання структури, аромату, подовження тривалості зберігання тощо.

При використанні харчових добавок повинна бути забезпечена відсутність токсичної, канцерогенної, алергенної чи іншої несприятливої дії на організм людини. На цей час у різних країнах світу у виробництві харчових добавок застосовується більше 500 різних добавок, без врахування ароматизаторів, комбінованих добавок та ін.

У хлібопекарському виробництві здавна традиційною сировиною є борошно, сіль, дріжджі, цукор, різні жири, молоко, а також інша сировина, застосовувана як добавки [1]. В останні роки в зв'язку з упровадженням безвідхідних технологій і комплексної переробки сільськогосподарської сировини отримані нові харчові продукти з повноцінним хімічним складом, що містять біологічно активні речовини.

Введення допоміжної сировини являється нетрадиційним, для хлібопекарської промисловості, напрямком – сировина може служити коштовною добавкою при виробництві хліба. Допоміжна сировина може застосовуватися для підвищення харчової цінності хліба, поліпшення його

органолептичних і фізико-хімічних показників, створення нових виробів лікувально-профілактичного призначення; інтенсифікації технологічного процесу готування хліба; як покращувач при переробці борошна з некондиційного зерна чи при введенні в тісто компонентів, що негативно діють на споживчі якості хліба [2, 3, 4].

Використання в хлібопекарському виробництві нетрадиційної сировини визначає необхідність оцінки добавки хімічного складу, фізіологічної ефективності в складі хліба; з'ясування взаємозв'язку з іншими компонентами тіста з метою розробки ефективної технології компонентів використання, створення нових видів виробів з цілеспрямованими властивостями.

З огляду на те, що в хлібопекарському виробництві витрати на сировину складають 75 % у витратах виробництва, використання нових видів більш дешевої сировини з високими показниками харчової цінності дозволяє одержати значний економічний ефект [5, 6].

Основний меті вибору нетрадиційної добавки і присвячується цей аналіз: розробці рецептури та методів контролю якості хлібобулочних виробів лікувально-профілактичного призначення; підготовці матеріалів для оформлення заявки на подання патенту корисної моделі; запропонуванню удосконаленої функціональної та технологічної схеми виробництва [8–15]. Кожен з цих етапів включає низку технологічних операцій, що забезпечують виготовлення виробів. Послідовність і сутність основних технологічних операцій представлені на функціональній схемі хлібопекарського виробництва (рис. 1) [5, 18].

Таблиця 1. Класифікація-ідентифікація деяких складових розробки з інноваційних ресторанних технологій (Бухкало С.І.)

№	Приклади ієрархії складових Інноваційні ресторанні технології
1	Аналітичний огляд, аналіз сучасного стану виробництва хлібобулочних виробів з функціональними властивостями: визначення ієрархії технологічних і функціональних можливостей виробництва хліба; загальні відомості про класифікацію-ідентифікацію особливостей добавок у виробництві хліба; висновки з аналізу літературних джерел інформації.
2	Характеристика сировини та методики досліджень: можливості та показники якості сировини та матеріалів за відповідною нормативно-технічною документацією; Особливості сертифікації, стандартизації та метрології хлібобулочних виробів; обґрунтування вибору характеристик методики досліджень
3	Експериментальна частина: класифікація-ідентифікація процесів виробництва хліба; ієрархія за функціональною схемою об'єкта технології; технологічна частина експерименту – приготування хлібобулочних виробів з додаванням морських водоростей
4	Розробка технології приготування хлібобулочних виробів з додаванням морських водоростей за розрахунками матеріальних балансів; визначення ієрархії технологічних операцій інноваційного виробництва лікувально-профілактичного асортименту з додаванням морських водоростей;
5	Складання моделі виробництва та контролю якості хлібобулочних виробів з додаванням морських водоростей відповідно до нормативно-технічної документації
6	Висновки та перспективи подальшого розвитку ієрархії комплексних складових інноваційного об'єкту технології виробництва хлібобулочних виробів з функціональними властивостями:
7	Розробка технологічного та функціонального забезпечення виготовлення та особливостей випічки хлібобулочного виробу з морськими водоростями
8	Визначення різновидів методології класифікації-ідентифікації показників рівня якості та їх оцінки через вибір алгоритмів розрахунків на різних стадіях виробництва та застосування отриманих продуктів.

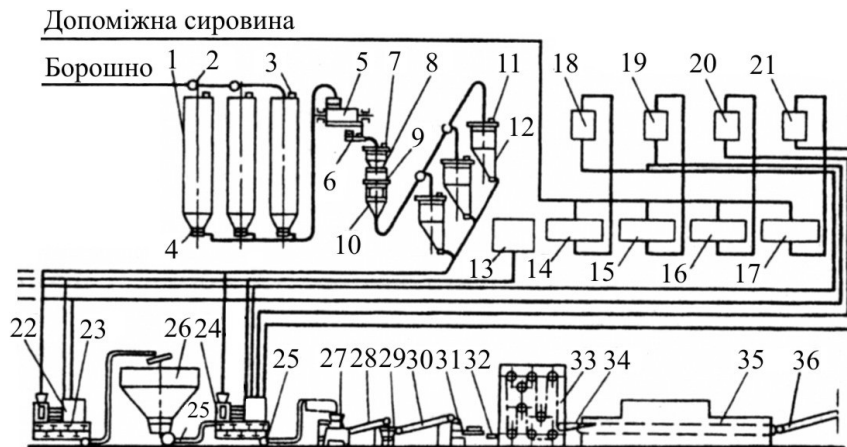


Рис. 2. Приклад технологічної схеми виробництва хліба на сучасному хлібозаводі

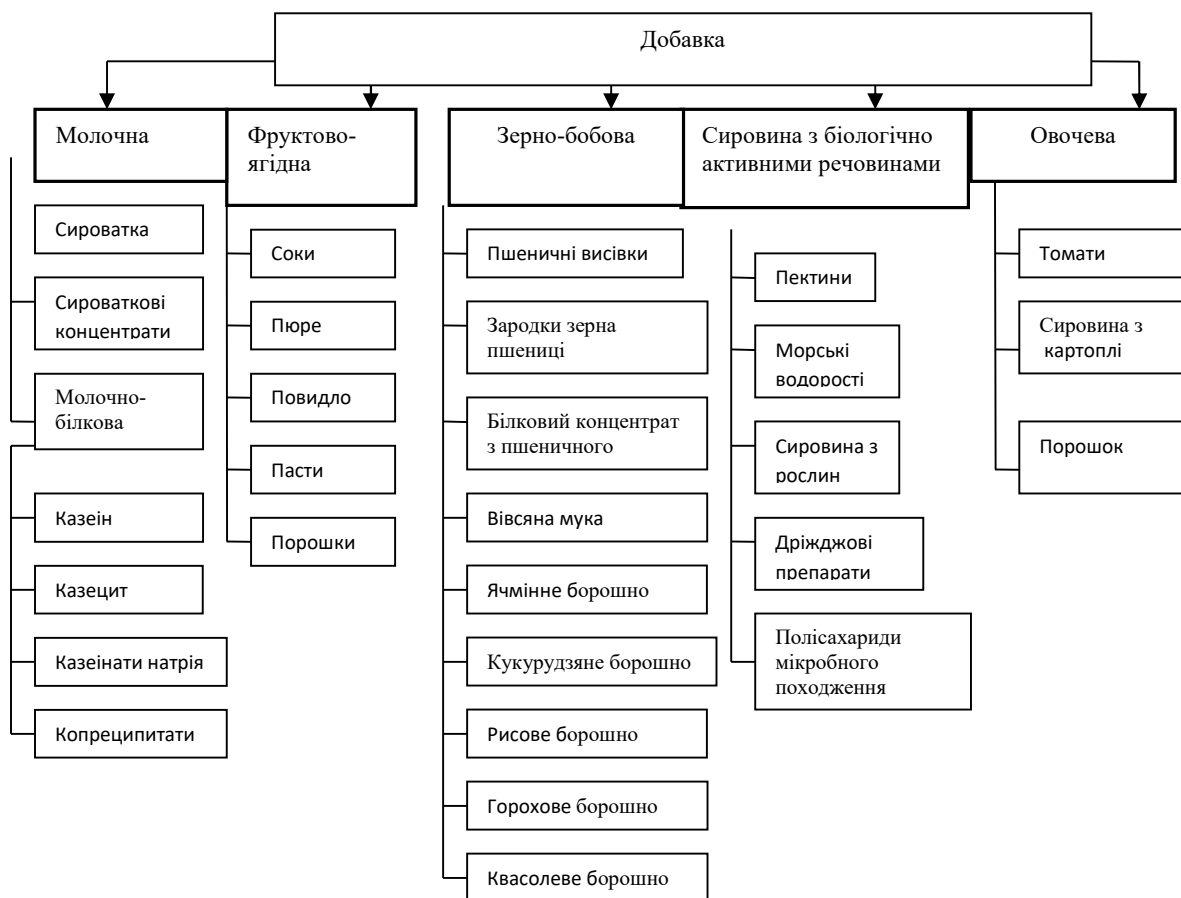


Рис. 3. Класифікація добавок для хлібобулочних виробів

Технологічну схему виробництва хліба і хлібобулочних виробів на сучасному хлібозаводі, зазвичай, поділяють на три частини (рис. 2–4).

На стадії підготовки сировини – борошна і допоміжної сировини – борошно по трубопроводу від транспорту через дискові перемикачі 2 потрапляє до силосів 1 для зберігання. Комплекс має фільтри 3, 7, 11 для очищення транспортувального повітря від борошняного пилу. Роторні живильники 4 транспортують борошно у проміжну ємність 5, яка

знаходиться над просіювачем 6, і далі у проміжну ємність 8. Борошно зважується на вагах 9 і через бункер 10 по трубопроводу поступає до виробничого бункера 12.

Одночасно готується допоміжна сировина: вода – у водомірних бачках 13, інша у вигляді розчинів – відповідно у збірниках 14–17.

Для замісу тіста у тістомісильну машину 23 бункерного тістовиготовлювача 26 дозатором 22 відмірюють борошно і дозатором 24 з бачків

постійного рівня 18–21 подають розчини допоміжної сировини.

Виброджене тісто живильником 31 подають на розподіл тіста: у розподілювач на шматки заданої маси 27, а далі транспортерами 28, 30 – до округлювача 29 і на закаточну машину 31.

Укладальник-маніпулятор 32 перекладає тістові заготовки на люльки розстійної шафи 33, а далі – транспортером 34 їх подають на поди обраної тунельної печі 35.

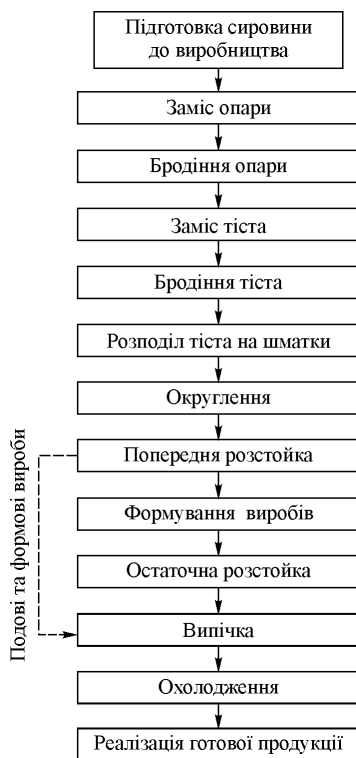


Рис. 4. Приклади ієрархії схем виробництва для різновидів об'єктів технології приготування хлібобулочних виробів з додаванням морських водоростей

Випечений хліб транспортер 36 направляє до розподільного транспортеру 37 або до візка 38. Через пристрій для орієнтування 39 хліб надходить до хлібоукладального агрегату 40 і далі на полиці контейнерів 41.

Для підсортування використовують комплектуючий візок 43. Загружені контейнери збирають у накопичувачах 42, а далі переміщують вантажним контейнером 43 до автохлібовозу, які за допомогою стикового механізму 45 скріплюються з місцями вантаження на рампі експедиції.

Крім звичайного хліба харчова промисловість виготовляє дієтичні і додатково збагачені хлібні вироби. Збагачують їх спеціальними добавками – молоком, соєю, пшеничними висівками, мінеральними речовинами, вітамінами групи В, лецитином, морськими водоростями, а також злаками, різновидами насіння, маком, патокою, ізюмом, соки, прянощі та ін. Ці компоненти підвищують харчову і смакову цінність продукту,

поліпшують обмінні процеси і процеси травлення і деякою мірою є джерелами деяких вітамінів і мінеральних речовин. Іноді хліб не збагачують добавками, а навпаки, виробляють його спеціальні сорти з обмеженням деяких компонентів [12, 13].

Наприклад, безсолений хліб (хлориду натрію в ньому 52 мг замість 400 мг на 100 г); безбілковий, кількість білка в ньому зменшено до 0,7; безбілковий і безсолений. Ці продукти призначаються, головним чином, людям, що страждають захворюванням почек і серцево-судинної системи.

Виробляються й інші дієтичні сорти хліба: зі зменшеним змістом крохмалю – для хворих цукровим діабетом і хліб зі зниженою кислотністю – для хворих гастритами і виразковою хворобою.

В нашій роботі представлена розробка хліба з підвищеними функціональними властивостями та збагачення вітамінами, макро- і мікроелементами з використанням морських водоростей [10, 11].

Борошно зберігають у ємностях (силосах) або мішках (рис. 5). Перед подачею на виробництво при необхідності окремі партії змішують для покращання хлібопекарських властивостей, просіюють через сита для відокремлення сторонніх домішок і пропускають через пристрій для видалення металоманітних домішок.

Технологічні лінії елеватора для обліку кількості та якості зерна оснащені спеціальним обладнанням та приладами: ваги, пристрої для відбирання проб зерна, прилади для наступного аналізу його на якість та ін. Сучасні елеватори оснащені системами диспетчерського автоматизованого керування електродвигунами транспортних, технологічних та аспіраційних установок, механізмами настроювання схеми переміщення зерна (засувки, перекидні клапани), пересувні скидальні візки, поворотні труби та ін.), розгорнутою схемою протиаварійного автоблокування.

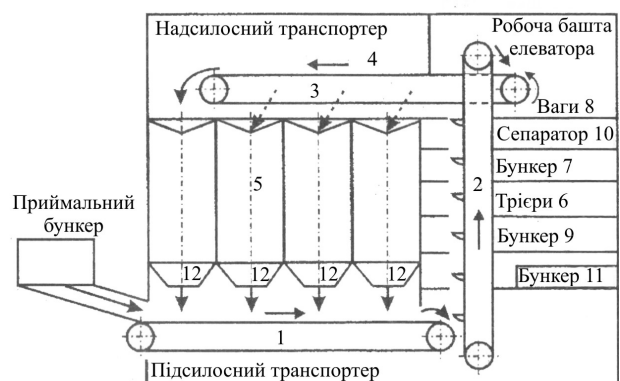


Рис. 5. Спрощена схема зберігання зерна на елеваторі: 1 – горизонтальний підсилосний стрічковий транспортер; 2 – вертикальний ківшовий транспортер (норія); 3 – горизонтальний надсилосний стрічковий транспортер; 4 – візок для спрямування зерна до силосів або на переробку; 5 – силоси; 6 – трієри; 7, 9, 11 – оперативні бункери; 8 – ваги; 10 – сепаратор; 12 – випускні пристрої

Найважливіші фактори, що впливають на властивості зерна та його стан: температура, вологість зерна і навколишнього середовища, ступінь аерації зернової маси. Базова вологість зерна при прийманні 14,5 %, гранично припустима 15 %. Якщо вологість вища, то зерно необхідно спочатку підсушувати.

У світовій практиці застосовується в основному три режими збереження зерна:

- в сухому стані, тобто з вологістю, нижче критичної;
- в охолодженому стані, коли його температура знижена до меж, що роблять значний гальмівний вплив на всі життєві функції зерна;
- без доступу повітря – у герметичних ємностях.

Вибір режиму зберігання визначається багатьма факторами: кліматичними умовами місцевості, типом і ємністю зерносховища, технічною оснащеною господарства для приведення партії зерна в стійкий при зберіганні стан, цільовим призначенням партії зерна (посівний матеріал, на борошно й ін.), якістю партії зерна, економічною доцільністю застосування способу зберігання. Найбільший ефект досягається, якщо при режимі зберігання враховують комплекс умов, що впливають на стійкість зернової маси при зберіганні, а при самому зберіганні – комплекс режимів. Так, належний ефект дає зберігання сухої зернової маси при низьких температурах з використанням для охолодження холодного сухого повітря під час природних перепадів температур.

Зернова маса є комплексом живих організмів, що у тому чи іншому ступені виявляють свою життєдіяльність. Період, протягом якого зерно зберігає повноцінні властивості (посівні, технологічні, продовольчі), називають довговічністю. Довговічність залежить від ботанічних особливостей, умов обробки і зберігання зерна.

При зберіганні у свіжозібраному зерні йдуть процеси його післязбирального дозрівання, зерно дихає. Спостерігається як аеробне, так і анаеробне дихання. Інтенсивність цього процесу залежить від таких факторів, як вологість, температура і ступінь аерації зернової маси. Як об'єкт зберігання зерно і зернова маса характеризується теплофізичними та масообмінними властивостями:

1) теплоємність складається з теплоємностей його складових частин – це кількість теплоти, яка необхідна для нагрівання зерна на 1 °С; питома теплоємність сухого скелета зерна значно нижча, ніж вологого (1300–1400 Дж/(кг·К)), більша за теплоємність повітря і значно менша теплоємності води;

2) теплопровідність визначає кількість теплоти, яка проходить через одиницю площі матеріалу при різниці температур в один градус; теплопровідність зернової маси низька, що зв'язано з її органічним складом і наявністю повітря в міжзернових просторах, а коефіцієнт теплопровідності становить

(0,13–0,3 Вт/(м·К)), із збільшенням вологості зернової маси до певних меж теплопровідність збільшується;

3) температуропровідність (для зернової маси $7-10 \cdot 10^{-8}$ м²/с) – показник швидкості зміни температури, зернова маса характеризується низьким коефіцієнтом температуропровідності, тобто має велику теплову інерцію;

4) термовологопровідність – переміщення вологи в зерновій масі під дією різниці температур (0,4 %/°К), при різній температурі переміщення вологи в зерновій масі є результатом не тільки термовологопровідності, але й конвекції.

У процесі дихання втрачається суха речовина зерна, збільшується кількість гігроскопічної вологи в зерні; змінюється склад повітря незернового простору і підвищується його відносна вологість, виділяється теплота.

Чим вище вологість зерна, тим інтенсивніше в ньому проходить процес дихання. Тому зерно повинне надходити на зберігання сухим (для пшениці і жита 14 %). Вологість зерна, при якій інтенсивність дихання різко зростає і з'являється вільна волога, називається критичною.

Інтенсивність дихання залежить так само від температури зернової маси. Так, при інтервалах температури від 0 до 10 °С інтенсивність дихання мінімальна навіть при високій вологості зерна (18 %).

Аеробне дихання може бути тільки при наявності кисню, тому для зменшення його інтенсивності зерно можна зберігати протягом тривалого часу без перемішування і штучного продування міжзернового простору, тобто за умов підвищеного вмісту двооксиду вуглецю.

Постановка проблеми у загальному вигляді та приклади об'єктів вивчення.

Залежно від призначення і принципу дії харчові добавки, що застосовуються у хлібопеченні, можна об'єднати в кілька груп: добавки окисної дії, відновлювальної дії, ферментні препарати (ФП), поверхнево-активні речовини (ПАР), структуроутворювачі, органічні кислоти, мінеральні солі, ароматизатори, підсолоджувачі, консерванти, комплексні поліпшувачі [9,10,11].

В останні роки в хлібопекарській промисловості широке застосування знаходять добавки різного походження та принципу дії, необхідність використання яких обумовлена поширенням однофазних прискорених способів готування тіста, нестабільною якістю борошна, розмаїтістю функціональних властивостей сировини, що переробляється, розширенням асортименту виробленої продукції, продовженням терміну збереження свіжості виробами й ін.

Застосування добавок можливо тільки в тому випадку, якщо вони не загрожують здоров'ю населення. В хлібопекарській промисловості застосовуються комплексні добавки, що містять в оптимальних співвідношеннях кілька добавок різної природи і принципу дії [7, 8, 9,10, 11].

Вищевказані добавки мають широке застосування в різновидах хлібопекарного виробництва [12, 13, 14], наприклад:

1. Покращувачі окисної і відновлювальної дії, що дозволяють регулювати реологічні властивості тіста й інтенсивність протікання біохімічних і колоїдних процесів у ньому;

2. Ферментативні препарати різного принципу дії, що дозволяють регулювати спиртове бродіння в тісті, поліпшувати фарбування скоринки хліба, підвищувати вологопоглинальну здатність тіста, інтенсифікувати дозрівання тіста;

3. Поверхнево-активні речовини, застосовують в якості емульгаторів, що стабілізує властивості тіста і якість хліба, вони сприяють більш тривалому збереженню свіжості хліба;

4. Модифіковані крохмали (окисні, що набухають, екструзійні), що поліпшують структурно-механічні властивості тіста, структуру пористості і колір м'якушки;

5. Органічні кислоти (лимонна, оцтова, молочна, виннокам'яна та ін.), що є засобом регулювання кислотності тіста, особливо житнього;

6. Мінеральні солі, що містять кальцій, магній, фосфор, натрій, марганець та інші добавки активізують ферменти дріжджової клітини.

Морські водорості використовуються людом уже багато століть як у медицині, так і в косметології. Вони містять безліч корисних речовин. Так, за таку користь ламінарію (буру водорість) називають «фабрикою здоров'я». Водорості містять, наприклад, такі мінеральні речовини, як К, Na, Mg, Ca, Si, S, Cl, I, вітаміни А, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, С, D, Е, R, РР, поліненасичені жирні кислоти, ферменти, фітогормони, альгінову кислоту, амінокислоти, полісахариди.

Водорості здатні концентрувати в собі морську сіль, що обумовлює велику кількість мінеральних речовин, що містяться в них. Наприклад, вітаміни А, В, С сприяють протистоянню старінню і багатьом захворюванням [13, 14].

Харчові продукти з водоростей по змісту і якісному складу білків і вуглеводів значно уступають харчовим продуктам, приготовленим з наземних рослин, однак, вони мають коштовні властивості, яких не має рослинна харчова сировина наземного походження. До таких властивостей варто віднести:

- здатність поглинати велику кількість води і збільшуватися при цьому в обсязі;
- вміст специфічних для морської рослинності колоїдних полімерів (агар, альгінові кислоти, і інші) і манніта;
- більш високе, чим у наземних рослинах, вміст різноманітних макро- і мікроелементів.

У зв'язку з цим морські водорості в харчовому раціоні повинні розглядатися не як джерело для покриття енергетичних витрат організму, а як інгредієнт дієтичний [15]. До останнього часу морські водорості розглядалися в основному як джерело одержання желируючих полісахаридів

агару й агароїда, а також йоду. Сьогодні багато дослідників затверджують, що вони можуть бути і джерелом білка. З водоростей у хлібопекарській промисловості найчастіше застосовуються водорості ламінарія (морська капуста). З морської капусти готують порошок (ГОСТ-15-109-75), що використовують при виробленні хлібобулочних виробів для лікувально-профілактичних цілей.

Порошок морської капусти має від жовто-зеленого до темно-зеленого кольору, специфічний, властивий морським водоростям запах, вологість не більш 14 %. У ньому міститься, %: йоду не менш 0,2, золи не більш 30. Його додають у кількості 0,1 – 0,2 % до маси борошна. У зазначених дозах морська капуста істотно не впливає на процес готування хліба і його якість.

Розроблені рецептури і технологія вироблення хліба з пшеничного борошна першого сорту і житньої відбіної з додаванням 0,1 % морської капусти, а також хліба з пшеничного борошна й висівків з додаванням 2 % морської капусти і лецитина для лікувальних цілей [14, 15].

Хліб з морською капустою готують на опарах чи заквасках. Її додають у виді порошку при замісі тіста. Тривалість замісу тіста збільшують на 3–5 хв для рівномірного розподілу порошку в тісті.

У СРСР і зарубіжних країнах проводилися роботи з одержання і використання в харчовій промисловості різних препаратів з морських водоростей. Так, у Франції розроблені способи готування соку із сухих здрібнених фукозових і ламінарієвих водоростей і пасти, що одержують з швидко заморожених водоростей, подрібнюючи їх у холодильній камері.

Паста містить макромолекулярні білки, пептиди, полісахариди, вітаміни, цукри, клітковину й інші біологічно активні речовини. Її додають 3–10 % при замісі тіста.

У ФРН виробляється житній хліб із застосуванням 2 % борошна з водорості ламінарії. У Норвегії з ламінарієвих водоростей роблять борошно [16, 17, 18, 19].

У роботах ОТХП показана доцільність додавання в хліб амінокисотно-мінерального препарату з морських водоростей. Препарат добре розчинний у воді, містить 8,74 % загального азоту і 19,5 % золи. У його складі містяться всі незамінні амінокислоти, % на СВ: лізин – 6,21; гістидин – 4,62; аргінін – 1,36; треонін – 2,72; метіонін – 0,87; валін – 2,38; фенілаланін – 2,97; лейцин і ізолейцин – 2,36. За вмістом лізину, гістидину, треоніну, фенілаланіну він перевершує сухе знежирене молоко і рибне борошно [17, 18, 19].

Сучасна медицина підрозділяє морські водорості на групи в залежності від їхнього кольору: зелені – спіруліна, уми будо, монострома (аонорі), ульва; бурі – комбу, ламінарія, хідзика, вакаме, ліму, фукус; червоні – далс, порфіру, норі, родіменія. Головним чином, використовуються бурі водорості ламінарія і фукус [16, 17].

Ламінарія має стимулюючий ефект на процеси загального обміну речовин, а також на деякі ендокринні залози. Завдяки високому змісту йоду її застосовують при лікуванні недостатності щитовидної залози. Ламінарія може нормалізувати мінеральний баланс, має відновлювальну дію, сприяє синтезу вітаміну Е (токоферолу). 30 м висушеної ламінарії, розчиненої у ванні з водою, міститься більше, ніж у звичайній морській воді: йоду – у 2 рази, цинку – у 3 рази, марганцю – у 27 разів, заліза – у 18 разів [16].

В основі цього чудодійного продукту – доступні організму форми амінокислот, поліненасичені жирні кислоти, альгинати, вітаміни (А, С, D, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, Е, К, РР), макро- і мікроелементи (К, Na, Са, Mg, I, S, Si й ін.), біоактивні природні з'єднання. Сполучення всіх цілющих властивостей ламінарії забезпечує високий лікувально-профілактичний ефект як при внутрішньому, так і при зовнішньому застосуванні водорості.

Фукус стимулює кровообіг і викликає розширення кровоносних судин, нормалізує нирковий кровоток, має сечогінний ефект і сприяє швидкому виведенню токсичних речовин з організму. Фукус стимулює синтез активних компонентів вітаміну D і полових гормонів. У цій водорості містяться всі мікроелементи, необхідні для лікування опорно-рухового апарата і порушень мінерального обміну.

Рідше використовується в косметології і медицині бура водорість аскофилла. Її активні речовини роблять захисна дія на шкірний покрив і мають антибактеріальні властивості.

У складі фукуса є весь спектр вітамінів (А, В₁, В₂, В₃, В₁₂, С, D₃, Е, К, F, Н), рідкі мікроелементи (йод, селенів, барій, цинк, магній, сірка і ще 36 елементів), фолиева і пантотенова кислоти, полісахариди, амінокислоти, поліненасичені кислоти типу Омега-3. Фукус ефективно бореться з жировими відкладеннями, зменшує рівень холестерину, регулює ліпідний і пуриновий обмін. Фукус має властивість вбирати в себе солі важких металів, тому необхідно бути упевненим у чистоті води, де була зібрана водорість. Ця ж властивість використовується для того, щоб вивести з організму непотрібні елементи і шлаки.

Норі (порфіру). Характеристика: водорості норі багаті рослинними білками, вітамінами і мінеральними речовинами. Норі має злегка димний присмак, аромат – океанічний, тонкий і глибокий. Бувають 2 види норі – темно-зелені блискучі і червонуваті [16, 17, 18].

Крім специфічних смакових якостей, сушені водорості для суші володіють і корисними властивостями. Вони містять у собі дуже багато мінералів, наприклад, кальцій і калій.

Характеристика: водорість норі є чудовим джерелом йоду, кальцію і заліза – трьох мінералів, необхідних для розвитку здорового кістяка і кровоносної системи. У ній також багато вітамінів

В₁₂. Це робить суші коштовним джерелом цього вітаміну, що міститься головним чином у продуктах тваринного походження. Норі дуже багата вітамінами А, В₁₂ і D [18, 19].

Червонуваті водорості далс – улюблені ласощі ірландців, що роблять з нього закуски, супи і салати. Смак має небагато в'язкий. Для готування далс вимочується в холодній воді близько 20 хвилин і відварюється. Далс можна посмажити в олії і згасити з овочами.

Водорості Ліму дуже популярні на Гаваях. Звичайно їх їдять свіжими чи солоними. У гавайців Ліму – це спільна трапеза, за якої дозволяються суперечки, претензії й образи.

Родименія. Характеристика: вид червоних водоростей згадується в ісландських сагах X століття. Водорість була делікатесом і вживалася в їжу всіма жителями Ісландії. Родименію заготовлювали в серпні, просушували за першої осінньої місяць і їли протягом холодного часу замість зелені й овочів. Зараз цю водорість додають у салати, блюда з риби і використовують як начинку для пирогів. В Ісландії родименію дотепер вважають основним джерелом вітамінів і ліками від багатьох хвороб травних органів.

Спируліна – це синьо-зелені водорості, що ростуть в озері Чад (Африка) і в озері Тескоко (Мексика). У складі цих водоростей до 68% білка, тобто в три рази вище, ніж у м'ясі. Водорості спируліна намагаються вирощувати штучно в теплій солонуватій воді.

Конбу (комбу). Характеристика: велика бура водорість з довжиною листів більш 20 метрів і шириною до 30 див містить багато глютаматової кислоти, за рахунок чого має яскравий смак і тонкий аромат. Конбу багата кальцієм, йодом і рослинною клітковиною [15, 16, 17].

Вакаме: коричнево-жовтогаряча водорість живе на каменях і підводних скелях. Збирають з весни до початку літа. Вакаме майже не містить жирів при високому вмісті вітамінів і мінералів. Свіжий смак і хрустка структура водорості робить її схожою на овочі. Вакаме часто використовують у чи супах як салат, іноді додають до тушкованих овочів.

Хидзика. Характеристика: багата вітамінами і мінералами водорість хидзика так само, як і весь її родич, не містить жирів, має багато йоду і кальцію в складі, багата клітковиною і має дуже ніжний океанічний смак. Структура водорості досить тверда. Найчастіше хидзика обсмажують у рослинній олії, а потім тушкують з овочами з додаванням соєвого соусу [15, 16].

Кантен. З цієї водорості виділяють речовина агар-агар, необхідне для готування желе. Кантен багата клітковиною, вітамінами і мінералами, при цьому практично не має калорій, отчого рясне вживання цієї водорості допомагає скинути зайві кілограми. Кантен має найлегший і приємний запах із усіх водоростей, продається найчастіше в чи порошок у виді сушених гілочок.

Характеристика: водорості умі будо чи морський виноград добувають тільки в прибережних районах японської акваторії. Іноді ці красиві водорості називають «зеленою ікрою» чи «морською ікрою» за властивість круглих листків лопатив у роті, подібно ікринкам. Смак водорості солонуватий, тонкий. Уми будо дуже добре впливають на шкіру і колір обличчя [14]. Склад водоростей і їхній вплив на організм людини можна представити як послідовний аналіз речовин добавки за складовими та ієрархією властивостей.

Мінеральні солі:

- Мінерали регулюють обмін речовин в організмі й абсолютно необхідні для росту і розвитку людини

- Кальцій (Ca) зміцнює кістки;
- Хлор (Cl) бере участь у постачанні живильних речовин у шкіру;

- Калій (K) входить до складу внутрішньої і позаклітинної рідини;

- Натрій (Na) бере участь трансмембранному транспорту;

- Магній (Mg) сповільнює старіння, поліпшує регенерацію тканин, має антиалергенний і протизапальний ефект;

- Фосфор (P) бере участь у формуванні елементів нервової системи;

- Сірка (S) необхідна для здоров'я шкіри, використовується в лікуванні дерматозів, акне, шкірних реакцій [19].

Водорості містять мікроелементи, що прискорюють біохімічних реакцій у клітках організму людини. Під час виконання цієї функції вони не руйнуються і тому вимагаються організму в дуже невеликій кількості, наприклад: йод (I) допомагає видаленню жиру; нікель (Ni) і хром сприяють зниженню апетиту; залізо (Fe) протистоїть утворенню зморщок; алюміній (Al) робить антистресова дія; кремній (Si) стимулює ріст сполучної тканини; цинк (Zn) має антисептичну дію у період загоювання поранення; молібден (Mo) зміцнює сполучну тканину; фтор (F) зміцнює зуби; мідь (Cu) підвищує еластичність і тонус шкіри; селен (Se) сповільнює старіння; марганець (Mn) стимулює синтез колагену; кобальт (Co) поліпшує венозну і лімфатичну мікроциркуляцію.

Основні ефекти вітамінів, що містяться в морських водоростях: вітамін А сприяє відновленню кліток; вітамін В1 забезпечує функціонування нервової системи; вітамін В3 (PP) забезпечує клітки енергією; вітамін В5 є ефективним гідратуючим агентом; вітамін В12 бере участь у кровотворенні; вітамін С зміцнює імунітет; вітамін Е є могутнім антиоксидантом; вітамін К бере участь у синтезі незамінних білків; вітамін D сприяє абсорбції калію і фосфору. Ці вітаміни необхідні для нормального функціонування людського організму і, як правило, містяться в морських водоростях у великих концентраціях, чим у рослинах, що ростуть на суші.

Інші елементи: Концентрація білків, чи протеїнів, варіює в залежності від виду водоростей. Спируліна – сама багата білками водорість, їхня концентрація складає 46–72 % [14, 15, 16].

Вуглеводи складають близько 60% сухої речовини морських водоростей. Усі вуглеводи розділяються на двох груп: прості і складні чи вуглеводи волокна.

Морські водорості містять дуже невелику кількість жирів (1–2 % маси сухої речовини).

Сині водорості – спируліна (Spirulina), це сама популярна серед синіх водоростей.

Зелені водорості – морський салат (Ulva), сама популярна водорість.

Водорість багата вітаміном В і залізом, що зміцнюють тканини, підвищують їхні захисні властивості і поліпшують мікроциркуляцію. Ця водорість входить до складу більшості м'яких пилингов.

Кодіум (Codium) синтезує речовини, що беруть активну участь в обміні білків і мінералів. Використовується для запобігання втрати рідини і забезпечує зволоження шкіри.

Волосс моря (Enteromorpha compressa) містять велика кількість солей, білків, що використовуються в складі косметичних засобів для чутливої шкіри.

Коричневі водорості – це найбільш відомі ламінарія (Laminaria), фукус (Fucus) і бура водорість (Ascophyllum).

Містять понад 60 вітамінів і мінералів, що мають омолоджуючим дію, відновлюють нормальну концентрацію рідини в шкірі і поліпшують її тонус.

Червоні водорості, найвідоміші серед них, – Palmaria і Chondrus Chrispus.

Водорість Palmaria багата провітаміном А і вітамінами В₁₂ і В₉ (фолієва кислота). Chondrus Chrispus містить велика кількість вітаміну В₁₂ і С, робить зволожуюче, зм'якшуюче і живильне вплив на шкіру. Використовується для виготовлення мила і гелів для душу [16, 17, 18].

Проблеми, які можна вирішити за допомогою морських водоростей, наприклад: безсоння, депресія, хронічні захворювання, акне різного ступеня виразності, порушення рухливості і хворобливість м'язів і суглобів, демінералізація, порушення кровообігу, анемія, дисменорея, передчасне старіння, псоріаз, екзема, порушення травлення, зайва вага, запор, діарея, порушення функції щитовидної залози, чутливість до УФ променів.

Дослідження та аналіз властивостей багатьох авторів показали, що в хімічному складі водоростевої сировини (табл. 2), окрім йоду, міститься значна кількість білків і амінокислот. Вуглеводи водоростей представлені, зокрема, альгіновою кислотою та фукоїданами, що можуть виступати в ролі структуроутворювачів. Їх здатність формувати структуру була підтверджена шляхом визначення реологічних характеристик соусів.

Встановлено, що використання ламінарії, фукусу, ундарії перистої позитивно впливає на консистенцію та структуру готової продукції, що дозволяє не використовувати в рецептурах крохмаль або інші загусники та, таким чином, зменшити енергетичну цінність.

Таблиця 2. Класифікація-ідентифікація хімічного складу водоростей

Елементи	Вміст, %
Хлор (Cl)	9,8 – 14,7
Калій (K)	6,4 – 7,8
Натрій (Na)	3,6 – 3,8
Магній (Mg)	1,0 – 2,1
Сірка (S)	0,7 – 1,9
Кремній (Si)	0,46 – 0,65
Фосфор (P)	0,31 – 0,55
Кальцій (Ca)	0,2 – 0,29
Залізо (Fe)	0,09 – 0,19
Бром (Br)	0,034 – 0,13
Бор (B)	0,003 – 0,04
Стронцій (Sr)	0,002 – 0,02
Марганець (Mn)	0,0006 – 0,0015
Ванадій (V)	0,0016
Цинк (Zn)	0,0018 – 0,0027
Алюміній (Al)	0,0058 – 0,0062
Йод (I)	0,16 – 0,8
Мишьяк (As)	0,0007 – 0,005
Рубідій (Rb)	0,6 – $1,0 \times 10^{-4}$
Кобальт (Co)	$1,5 \times 10^{-4}$
Титан (Ti)	$5,4 – 6,0 \times 10^{-4}$
Нікель (Ni)	$0,2 – 8,3 \times 10^{-5}$
Молібден (Mo)	$1,6 – 9,6 \times 10^{-5}$
Кадмій (Cd)	$1,4 \times 10^{-5}$
Радій (Ra)	$1,0 – 56 \times 10^{-11}$

Морська капуста – вона ж «морські водорості», «ламінарія» – має високу ефективність при лікуванні ряду захворювань завдяки збалансованому природою якісному і кількісному складу біологічно активних речовин. Застосування морської капусти як зовнішньо, так і усередину допоможе забезпечити нормальну життєдіяльність організму, позбутися деяких різновидів хвороби.

В основі цього чудодійного продукту – доступні організму форми амінокислот, поліненасичені жирні кислоти, альгірати, вітаміни (A, C, D, B1, B2, B3, B6, B12, E, K, PP), макро- і мікроелементи (K, Na, Ca, Mg, I, S, Si та ін.), біоактивні, природні з'єднання.

Наприклад, наявність цілющих властивостей ламінарії, за думкою багатьох авторів, може забезпечувати високий лікувально-профілактичний ефект як при внутрішньому, так і при зовнішньому застосуванні водорості [14, 15, 16, 17, 18].

Для усіх водоростей визначають високий вміст великої кількості мінеральних речовин через здатність концентрувати морську сіль.

До складу водоростей входять вітаміни C і E, а також бета-каротин (попередник вітаміну A) – це може протистояти дії вільних радикалів, що

провокують процеси старіння організму людини і виникнення багатьох захворювань.

Допомагають вітамінам і спеціальні ферменти, що мають антирадикальну активність. У морських водоростях більше, ніж у всіх інших морських продуктах, окремих вітамінів, мінералів і йоду. Цікавий і той факт, що якісний і кількісний зміст макро- і мікроелементів у морських водоростях нагадує склад крові людини, що дозволяє розглядати їх як збалансоване джерело насичення організму необхідними речовинами.

Морські рослини містять велику кількість йоду з точки зору лікувальної медицини. Так, у 100 грам сухої ламінарії зміст йоду коливається від 160 до 800 міліграм. Відомо, що в бурих їстівних водоростях до 95 % йоду знаходиться у виді органічних сполук, з них приблизно 10 % зв'язане з білком, що має немаловажне значення. Крім цього, у морській капусті мається деяка кількість моноіодтирозина і дийодтирозина – неактивних гормональних речовин, що містяться в тканині щитовидної залози, що також є органічними продуктами [11, 19].

Таким чином, штучно створений продукт не може конкурувати з живою природою: у морській капусті не просто багато йоду – вона містить ще і біологічно активні речовини, що допомагають цей йод засвоїти, можна сказати, подає його на тарілочці. Органічні сполуки йоду альгофлори швидше, ніж еквівалентна кількість йодистого натрію, сприяють нормалізації функції щитовидної залози. І це можна пояснити не тільки йодом, але і змістом у морських рослинах важливих для обмінних процесів мікро- і макроелементів (молібден, мідь, кобальт, і інших) і вітамінів [15].

Аналіз відомих у даний час способів виділення і фракціонування водорозчинних полісахаридів бурих водоростей показує, що процеси виділення їх складаються з декількох загальних стадій:

1. Видалення низькомолекулярних речовин екстракцією різними розчинниками; цю стадію опускають дуже рідко. Звичайно для виділення полісахаридів використовують висушену водорість.

2. Екстракція при підвищеній температурі (іноді при різних температурах – 20 – 25° і 60 – 90°C) водорозчинних полісахаридів зі здрібненої водорості чи деіонізованої і знежиреної водорості водою чи водою з додаванням CaCl_2 , або слабкими кислотами з додаванням формальдегіду для видалення поліфенолів, або без нього.

3. Поділ ламінарана і фукоідана або осадження фукоідана у виді комплексів його з цетавлоном, або за допомогою аніонообмінних смол, на яких фукоідан сорбірується. Ламінаран, якщо він міститься у водорості, і в першому і в другому випадку залишається в розчині [20]. Найбільш близькому пропонуваному рішення способ, що дозволяє одночасно виділяти і фракціонувати водорозчинні полісахариди, розроблений для бурої водорості Ламінарії [21]. Ця водорість містить приблизно однак однакові кількості

ламінаранів і фукоіданів і є найкращим об'єктом для розробки способу комплексного одержання ламінаранів і фукоіданів.

Фукоїдани після діалізу фракціонують, використовуючи аніонообмінну смолу DEAE-сефадекс А-25 (С1-форма). Фукоїдани елююють з іонообмінниками й одночасно фракціонують по змісту сульфатів градієнтом хлористого натрію, що підвищується, у воді (1,25; 1,5; 1,75 і 3 з розчинами NaCl). Спосіб дозволяє розділяти ламінарани і фукоїдани і фракціонувати фукоїдани по ступені сульфатування.

Сертифікація продукції здійснюється з метою створення умов для діяльності підприємств, установ, організацій і підприємців на єдиному товарному ринку, а також для участі в міжнародному економічному, науково-технічному співробітництві і міжнародній торгівлі; сприяння споживачам у компетентному виборі продукції; захист споживача від несумлінності виготовлювача; контролю безпеки продукції для життя, здоров'я; підтвердження показників якості продукції виготовлювачем.

Національним органом по сертифікації товарів законом визначений ДСТ стандарт, у функції якого входить установлення порядку сертифікації й здійснення контролю за його дотриманням [29, 30]. Система сертифікації будується на основі надання підприємствам і організаціям різних форм власності, громадським організаціям прав на проведення практичних робіт із сертифікації. Надання цих прав надають шляхом акредитації відповідних організацій спеціально створюваними комісіями, до складу яких входять представники виготовлювачів та суспільств споживачів.

1. Приклад визначення загальних відомостей про об'єкти вивчення та предмет дослідження споживних властивостей хлібобулочної продукції та вимоги до її якості. Поставлена задача вирішена новою композицією для готування тіста для хліба пшеничного, з борошна пшеничного хлібопекарського вищого чи 1 сорту, дріжджі хлібопекарський сушені, цукор-пісок, сіль поварена харчова, біологічно активна добавка до їжі «Фуколам-С» і вода питна для виготовлення тіста вологістю $46\% \pm (0,5-1,0)$, при наступному співвідношенні компонентів по масі, кг:

Запропонований спосіб виробництва хлібобулочного виробу з морськими водоростями дозволяє не тільки збільшити об'ємний вихід і пористість виробу, але і підвищити профілактичні і лікувальні властивості за рахунок збагачення його мікроелементами К, Na, Mg, Ca, Si, S, Cl, I, вітаміни А, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, С, D, E, R, PP, що дозволяє рекомендувати виріб для застосування населенням, особливо в зонах екологічного ризику і дефіциту йоду [14, 15, 16, 17, 18].

Складові водоростей йодисті солі є джерелами йод-іонів, що дуже важливо в умовах підвищеного екологічного ризику, а також підвищеного рівня стресу. Йод-іон, насичуючи щитовидну залозу,

нормалізує діяльність ендокринної системи, що у першу чергу страждає при нервових перевантаженнях [25]. Альгінати, внесені в тісто з морською капустою, знижують усмоктуваність важких металів і прискорюють їхнє виведення з організму людини, збільшують водопоглинаючу здатність тіста.

Для виробництва технології приготування хлібобулочних виробів проводили багаторазовий експеримент, з метою оптимізації складу хлібобулочних виробів, вибору режиму заміса тіста та прогнозування якості продукції.

Технологія приготування: підготовлюємо і відважуємо всі необхідні інгредієнти. Відважені водорості поміщаємо в посуд та заливаємо водою, чекаємо (20–30хв).

Окремо беремо посуд та замішуємо опару для тіста: дріжджі розтираємо з цукром та сіллю, збиваємо яйце і додаємо до розтертих дріжджів, вливаємо підігріту до 5 – 8°C воду, розмішуємо. Після того як дріжджі добре розчиняться додаємо частину борошна і замішуємо опару, ставимо на емність з теплою водою і даємо підійти (збільшується в 2рази), 3 – 4 год.

Після того як тісто збільшиться починаємо його обминки. Додаємо замочені у воді, і вже набухлі, водорості та рослинне масло і ретельно вмішуємо їх в тісто. Тісто викладаємо на стіл, посипаний борошном і вминаємо його в тісто, потруху добавляємо борошна на стіл.

Вимішане тісто повинно бути еластичним і після продавлення пальцями тісто приймає вихідне положення. Придаємо йому потрібну форму, округлюємо, і кладемо його на лист змазаний рослинним маслом.

Сформований хліб накриваємо і ставимо на 15 – 20 хв підходити після того як хліб підійде ставимо його випікатися в розігріту до 200°C духову піч на 30 – 35 хв [8, 14, 15].

Виробничу рецептуру складають, виходячи з затверджених рецептур на 100 кг борошна. Рецептура складається з витрат всіх видів сировини і води на порцію тіста. При безперервних методах приготування тіста визначають витрати сировини за хвилину. Але в обох випадках розрахунок рецептури принципово однаковий і починається з визначення загальної витрати борошна на приготування тіста.

Додаткову сировину вводять у рецептуру для поліпшення харчових властивостей хліба та надання їм інноваційного значення. Велику частину додаткової сировини вводять у дозріле тісто, в якому розвилися дріжджі.

Борошно – основна сировина, від якої залежить сорт і якість хліба. Хлібопекарські властивості визначаються її вуглеводно-амілазним і білково-протеїназним комплексами.

Вуглеводно-амілазний комплекс характеризується наявністю крохмалю й інших вуглеводів, активністю амілолітичних ферментів, що розщеплюють крохмаль.

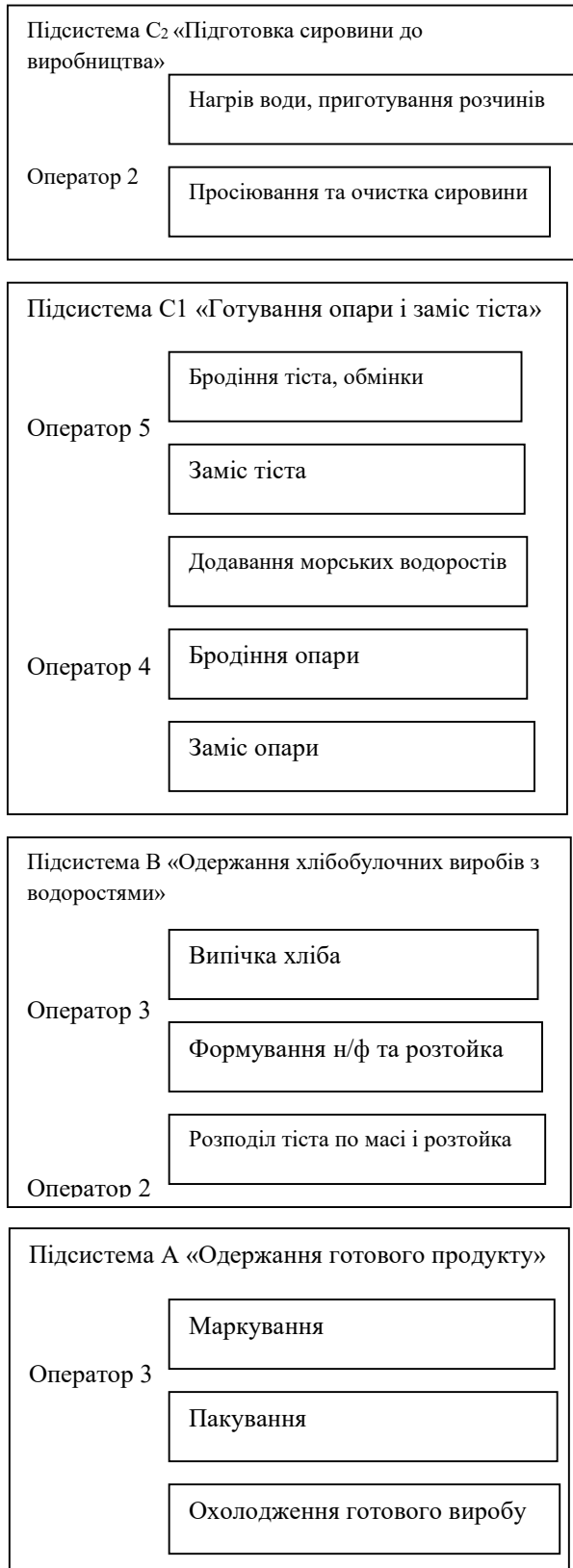


Рис. 6. Технологічна система виробництва

Як відомо, комплекс властивостей виробів характеризується: формостійкістю – це відношення висоти до діаметра хліба, для борошна вищого сорту

Список літератури

повинна бути не менш 0,40. Розраховуємо формостійкість за формулою H/D_{cp} , де H – висота хлібобулочного виробу; D – діаметр середини хлібобулочного виробу.

Метод визначення пористості м'якушки хліба і булочних виробів визначається, по методу Зав'ялова за допомогою приладу Журавльова (Кварц 24). Прилад дозволяє зі шматка хліба вирізувати визначений обсяг і за результатами його зважування зробити розрахунок пористості хліба. Прилад складається з каліброваного циліндра, витолкувала, відрізної склянки і відрізного ножа.

Із середини виробу вирізують шматок шириною не менш 7 см³, у місці, найбільш типовому за пористістю, роблять виїмки м'якушки циліндром, уводячи його в м'якушку обертальним рухом. Гострий край циліндра, що ріже, попередньо змазують рослинною олією. Уклавши циліндр на лоток так, щоб його ободок щільно входив у проріз лотка, виштовхують з нього м'якушка за допомогою втулки приблизно на 1 см і відрізають шматочок м'якушки, що вийшов, у краю циліндра. Потім м'якушку виштовхують втулкою до зіткнення зі стінкою лотка і відрізають його в краю циліндра. Обсяг отриманого циліндрика м'якушки V (у см³) дорівнює $d \cdot d \cdot H$, де d – внутрішній діаметр циліндра, см; H – висота циліндрика м'якушки, см.

Розміри приладу, розраховані на одержання виїмки обсягом 27 см³. Тому що ці розміри на практиці мають деякі відхилення, то обсяг виїмки підраховується для кожного приладу окремо. При аналізі житнього хліба роблять 4 виїмки. Виїмки зважують разом з точністю до 0,01 м і обчислюють пористість X (%) по формулі $X = (V - \frac{G}{\rho}) / V \cdot 100$, де V – загальний обсяг усіх виїмок, у см³, G – вага виїмок, у г; ρ – щільність безпористої маси м'якушки, у г/см³.

Щільність ρ приймається рівної для хліба: житнього, житньо-пшеничного і пшеничного шпалерного – 1,21; житніх заварних сортів н із сіяного борошна – 1,27; пшеничного з борошна I сорту – 1,31; пшеничного з борошна II сорту – 1,26. Величину пористості обчислюють з точністю до 1%. Частки до 0,5 % включно відкидаються, а понад – порівнюються до одиниці [32, 33].

Висновки та перспективи подальшого розвитку дослідження.

Дослідження показали, що спосіб виготовлення тіста з морськими водоростями позитивно вплинув на якість хлібобулочного виробу – поверхня зразків була гладкої, смак і аромат виробу в порівнянні з контролем органолептичні властивості не погіршилися.

Хлібобулочний виріб має розвинену пористість і високий об'єм.

Контрольний зразок отриманого хлібобулочного виробу був оцінений на 15,36 балів, що відповідає за нормативно-технічною документацією категорії якості «гарний».

1. Орлова С.І., Лешенко В.О., Бухкало С.І. Приклади та задачі до курсу «Загальна технологія харчових виробництв» (навч.-мет. посібник), Харків: НТУ «ХП», 2001. 140 с.
2. Бухкало С.І. Технологія основних харчових виробництв у прикладах і задачах (н. посібник). Х: НТУ «ХП», 2003. 184 с.
3. Бухкало С.І., Товажнянський Л.Л., Капустенко П.А., Хавин Г.Л. Основные технологии пищевых производств и энергосбережение (н. посібник). Х.: НТУ «ХП», 2005. 460 с.
4. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О., Орлова С.І. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах [текст] підр. К.: ЦНЛ, 2005. 496 с.
5. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О., Орлова С.І. Харчові технології у прикладах і задачах [текст] підручник К.: ЦНЛ, 2008. 600 с.
6. Бухкало С.І., Ілюха М.Г., Лазарева Т.А. Технологічне обладнання харчової галузі (н. пос.). Х.: УПА-2009, 185 с.
7. Бухкало С.І., Лазарев М.І., Ілюха М.Г., Лазарева Т.А., Рубан Н.П., Новосельцев О.О. Процеси та апарати харчових виробництв (навч. пос.). Х.: УПА-2009, 153 с.
8. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Зипунников М.М., Ольховська О.І. та ін. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. К.: ЦНЛ, 2013. 352 с.
9. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О. та ін. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах [текст] підр. К.: ЦНЛ, 2011. 832 с.
10. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (тестові завдання) [текст] підручник. – К.: ЦНЛ, 2014. – 412 с.
11. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. – К.: ЦНЛ, 2014. – 456 с.
12. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) / Товажнянський Л.Л., Денисова А.Є., Демидов І.М., Капустенко П.О., Арсенєва О.П., Білоус О.В., Ольховська О.І. [текст] підручник з грифом МОН. Київ «ЦНЛ»: 2016, 468 с.
13. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклади та тести). 2-ге вид. доп.: ч. 2. [текст] підручник з грифом МОН. К. «ЦНЛ»: 2018, 108 с.
14. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклади та тести з технології крохмалю). 2-ге вид. доп.: ч. 2. [текст] підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2019, 108 с.
15. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклади та тести з технології переробки плодово-овочевих сировини), 2-ге вид. доп. Ч. 3. Підр. з грифом. К.: ЦНЛ: 2022, 108 с.
16. Бухкало С.І., Ігліні С.П., Ольховська О.І. та ін. Особливості управління розробками об'єктів інтелектуальної власності зі студентами. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Х.: НТУ «ХП», 2018. 208 с.
17. Бухкало С.І. Визначення загальної технології комплексних курсових проєктів. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII Міжн. н-пр. конференції (MicroCAD-2019), 15–17 мая 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». С. 217.
18. Ольховська В.О., Кравченко О.С., Бухкало С.І. Складові алгоритми пошуку раціональних закономірностей роботи обладнання. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конф. MicroCAD-2020, 28-30 жовтня Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Х: НТУ «ХП», с. 249.
19. Bukhhalo S.I., Ageicheva A.O., Iglin S.P., Hlavcheva Yu. N., Miroshnichenko N.N., Olkhovska O.I., Zipunnikov M.M., Olkhovska V.O. Innovative complex projects 2018/2019 realization in the examples and tasks/ Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2019. – № 15(1340). – С. 80–88.
20. Zipunnikov, Mykola; Bukhhalo, Svetlana; Kotenko, Anatolii. Researching The Process Of Hydrogen Generating From Water With The Use Of The Silicon Basis Alloys. French-Ukrainian Journal of Chemistry, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 138-144.
21. Bilous, O., Sytnik, N., Bukhhalo, S., Glukhykh, V., Sabadosh, G., Natarov, V., Yarmysh, N., Zakharkiv, S., Kravchenko, T., & Mazaeva, V. (2019). Development of a food antioxidant complex of plant origin. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 6(11 (102)), 66–73. <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/186442>.
22. Bilous, O., Demidov, I., & Bukhhalo, S. (2015). Developing the complex antioxidant from walnut leaf and calendula extracts. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(6), 22–26.
23. Бухкало С.І. Удосконалювання методів оцінки знань студентів вищих навчальних закладів. Вісник НТУ «ХП». Х.: 2014. № 16. С. 3–11.
24. Бухкало С.І., Ольховська О.І., Ольховська В.О., Зипунников М.М. Дослідження та аналіз інноваційних заходів з технології комплексної утилізації післяспиртової барди. Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2019. – № 15(1340). – С. 66–74.
25. Бухкало С.І. Можливості розвитку технологій модифікованих крохмалів. Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2019. – № 21(1346). – С. 84–93. doi: 10.20998/22204784.2019.21.13
26. Бухкало С.І. Основні складові комплексних підприємств енергетичного міксу. Вісник НТУ «ХП». 2015. № 7(1116), с. 103–108.
27. Бухкало С.І. Комплексних інноваційні системи викладання дисципліни сучасні технології харчування – моделі програмування. Вісник НТУ «ХП». 2022. № 2(1364), с. 65–77.
28. Бухкало С.І., Ігліні С.П., Кравченко В.О., Копейченко Є.А., Назаренко М.В. Приклади та задачі комплексного викладання дисципліни харчова хімія. Вісник НТУ «ХП». 2022. № 2 (1364), с. 89–96.
29. Бухкало С.І. Комплексні системи викладання дисципліни основи проєктування обладнання хімічних виробництв як співпраця асоціації EFCE та CFE-UA. Вісник НТУ «ХП». 2022. № 2 (1364), с. 13–22.
30. Бухкало С.І., Земелько М.Л. Дослідження комплексного впливу складових шоколадної маси на її властивості та конкурентоспроможність для різновидів галузей Вісник НТУ «ХП». 2022. № 2 (1364), с. 54–64.

References (transliterated)

1. Orlova C.I., Leshchenko V.O., Bukhhalo S.I. Priklyadi ta zadachi do kursu «Zagal'na tehnologija harchovih virobnihtv» (navch.-met. posibnik), Kharkiv: NTU «KhP», 2001. 140 p.
2. Bukhhalo S.I. Tehnologija osnovnih harchovih virobnihtv u prikkladah i zadachah (navch. posibnik). Kharkiv: NTU «KhP», 2003. 184 p.
3. Bukhhalo S.I., Tovazhnjanskij L. L., Kapustenko P.A., Havin G.L. Osnovnye tehnologii pishhevij proizvodstv i jenergosberezhenie (navch. posibnik). Kharkiv: NTU «KhP», 2005. 460 p.
4. Tovazhnjanskij L.L., Bukhhalo S.I., Kapustenko P.O., Orlova C.I. Zagal'na tehnologija harchovih virobnihtv u prikkladah i zadachah [tekst] pidr. K.: CNL, 2005. 496 p.
5. Tovazhnjanskij L.L., Bukhhalo S.I., Kapustenko P.O., Orlova C.I. Harchovi tehnologii u prikkladah i zadachah [tekst] pidruchnik K.: CNL, 2008. 600 p.
6. Bukhhalo S.I., Iljuha M.G., Lazareva T.A. Tehnologichne obladnannja harchovoi galuzi (n. posib). Kh.: UIPA-2009, 185 p.
7. Bukhhalo S.I., Lazarev M.I., Iljuha M.G., Lazareva T.A., Ruban N.P., Novosef'cev O.O. Procesi ta aparati harchovih virobnihtv (navch. posibnik). Kh.: UIPA-2009, 153 p.
8. Tovazhnjanskij L.L., Bukhhalo S.I., Zipunnikov M.M., Ol'hov'ska O.I. ta in. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikkladah i zadachah (innov zahodi) pidruchnik. K.: CNL, 2013. 352 p.
9. Tovazhnjanskij L.L., Bukhhalo S.I., Kapustenko P.O. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikkladah i zadachah, pidr. K. CNL, 2011. 832 p.
10. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikkladah i zadachah (testovi zavdannja) [tekst] pidruchnik. K.: CNL, 2014. 412 p.
11. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikkladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] pidruchnik. – K.: CNL, 2014. – 456 p.
12. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikkladah i zadachah (innovacijni zahodi) / Tovazhnjanskij L.L., Denisova A.E., Demidov I.M., Kapustenko P.O., Arsen'eva O.P., Bilous O.V., Ol'hov'ska O.I. [tekst] pidruchnik z grifom MON. Kiiv «Centr uchbovoi literaturi»: 2016, 468 p.
13. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikkladah i zadachah (priklyadi ta testi). 2-ge vid. dop.: ch. 2. pidr z grifom MON. Kiiv «Centr uchbovoi literaturi»: 2018, 108 p.

14. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikkladah i zadachah (prikjadi ta testi z tehnologii krohmalju). 2-ge vid. dop.: ch. 2. [tekst] pidruchnik z grifom MON. K «Centr uchbovoi literaturi»: 2019, 108 p.
15. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikkladah i zadachah (prikjadi ta testi z tehnologii pererobki plodoovochevoi sirovini), 2-ge vid. dop. Ch. 3. Pidruchnik z grifom. K: «CNL»: 2022, 108 p.
16. Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Ol'hov'ska O.I. ta in. Osoblivosti upravlinnja rozrobkami ob'ektiv intelektual'noi vlasnosti zi studentami. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16-18 travnja 2018r. Ch. II. / za red. prof. Sokola C.I. H.:NTU «KhPI». 208 p.
17. Bukhhalo S.I. Vznachennja zagal'noi tehnologii kompleksnih kursovih proektiv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologii, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVIII mizhn. n-prakt. konferencii (MicroCAD-2019), 15–17 maja 2019 r.: u 4 ch. Ch. II. / za red. prof. Sokola C.I. – Kharkiv: NTU «KhPI». 217 p.
18. Ol'hov'ska V.O., Kravchenko O.S., Bukhhalo S.I. Skladovi algoritmu poshuku racional'nih zakonimirnostej roboti obladannja. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVIII mizhnarodnoi naukovopraktichnoi konferencii MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnja Ch. II./za red. prof. Sokola C.I. – Kh: NTU «KhPI», p. 249.
19. Bukhhalo S.I., Ageicheva A.O., Iglin S.P., Hlavcheva Yu. N., Miroshnichenko N.N., Olkhovska O.I., Zipunnikov M.M., Olkhovska V.O. Innovative complex projects'2018/2019 realization in the examples and tasks/ Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – № 15(1340). – p. 80–88.
20. Zipunnikov, Mykola; Bukhhalo, Svetlana; Kotenko, Anatolii. Researching The Process Of Hydrogen Generating From Water With The Use Of The Silicon Basis Alloys. French-Ukrainian Journal of Chemistry, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 138–144. Bilous, O., Sytnik, N., Bukhhalo, S., Glukhykh, V., Sabadosh, G., Natarov, V., Yarmysh, N., Zakharkiv, S., &. (2019). Development of a food antioxidant complex of plant origin. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 6(11(102)), 66–73.
21. Bilous, O., Demidov, I., & Bukhhalo, S. (2015). Developing the complex antioxidant from walnut leaf and calendula extracts. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(6), 22–26.
22. Bukhhalo S.I. Udoskonaljuvannja metodiv ocinki znan' studentiv vishnih navchal'nih zakladiv. Visnik NTU «KhPI». Kh.: 2014. № 16. pp. 3–11.
23. Bukhhalo S.I., Ol'hov'ska O.I., Ol'hov'ska V.O., Zipunnikov M.M. Doslidzhennja ta analiz innovacijnih zahodiv z tehnologii kompleksnoi utilizacii pisljaspirtovoi bardi. Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – № 15(1340), pp. 66–74.
24. Bukhhalo S.I. Mozhlivosti rozvitku tehnologij modifikovanih krohmaliv. Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – № 21(1346). – pp. 84–93. doi: 10.20998/2220-4784.2019.21.13
25. Bukhhalo S.I. Osnovni skladovi kompleksnih pidpriemstv energetichnogo miksu. Visnik NTU «KhPI». 2015. № 7(1116), p. 103.
26. Bukhhalo S.I. Kompleksnih innovacijni sistemi vikladannja disciplini suchasni tehnologii harchuvannja –modeli programuvannja. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), p. 65.
27. Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Kravchenko V.O., Kopejchenko E.A., Nazarenko M.V. Prikjadi ta zadachi kompleksnogo vikladannja disciplini harchova himija. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 89–96.
28. Bukhhalo S.I. Kompleksni sistemi vikladannja disciplini osnovi proektuvannja obladannja himichnih virobniectv jak spivpracija asociacij EFCE ta CFE-UA. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 13–22.
30. Bukhhalo S.I., Zemel'ko M.L. Doslidzhennja kompleksnogo vplivu skladovih shokoladnoi masi na ii vlastivosti ta konkurentospromozhnist' dlja riznovidiv galuzej. Visnik NTU «KhPI». 2022. № 2 (1364), pp. 54–64.

Надійшла (received) 19.05.2023

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Бухкало Світлана Іванівна (Bukhhalo Svetlana Ivanovna, Bukhhalo Svetlana Ivanovna) – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1389-6921>; e-mail: bis.khr@gmail.com

С. И. БУХКАЛО

ПРИМЕРЫ КОМПЛЕКСНОГО ИЗЛОЖЕНИЯ ДИСЦИПЛИН – ИННОВАЦИОННЫЕ РЕСТОРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТОВАРОВЕДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЗАКУПКАМИ

В материалах статьи рассмотрены возможности для разработки дисциплин Инновационные ресторанные технологии, Товароведение и управление закупками для развития составляющих комплексных проектов. При написании статьи использован опыт преподавания дисциплин Общие технологии пищевых производств, Пищевая химия и Современные технологии питания в Национальном техническом университете «Харьковский политехнический институт» на кафедре интегрированных технологий, процессов и аппаратов 2002–2023 гг. Рассматриваемые вопросы пропущены через призму собственного творческого восприятия, что делает материал особенно ценным, например определение . Разработки проведены с применением современных высокоэффективных научно-обоснованных технологий пищевых производств, например от разновидностей анализа классификации-идентификации, общих понятий и требований к разновидностям методологии определения качественных показателей уровня качества и их оценки через выбор алгоритмов расчетов на разных стадиях производства и применения полученных товаров.

Ключевые слова: инновационные ресторанные технологии, научно-обоснованные методы, примеры моделей.

S. I. BUKHHALO

EXAMPLES OF COMPLEX TEACHING OF DISCIPLINES – INNOVATIVE RESTAURANT TECHNOLOGIES, COMMODITY SCIENCE AND PURCHASING MANAGEMENT

In the materials of the article, the possibilities for the development of disciplines Innovative restaurant technologies for the development of components of complex projects are considered. When writing the article, the experience of teaching the disciplines General Food Production Technologies, Food Chemistry and Modern Nutrition Technologies at the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" at the Department of Integrated Technologies, Processes and Apparatus 2002–2023 was used. The issues under consideration are passed through the prism of their own creative perception, which makes the material especially valuable. The developments were carried out using modern highly efficient science-based food production technologies, for example, from varieties of classification-identification analysis, general concepts and requirements for varieties of methodology for determining quality level indicators and their evaluation through the choice of calculation algorithms at different stages of production and use of the products obtained.

Key words: innovative restaurant technologies, evidence-based methods, examples of models.

ЗМІСТ

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ Й НАУКОВІ РОЗРОБКИ

<i>A. Є ДЕНИСОВА, О. С. ЖАЙВОРОН</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ ВОДИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ.....	3
<i>С. І. БУХКАЛО, Н. В. ЯКИМЕНКО-ТЕРЕЩЕНКО</i> ПРИКЛАДИ КОМПЛЕКСНОГО ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН – ІННОВАЦІЙНІ РЕСТОРАННІ ТЕХНОЛОГІЇ, ТОВАРОЗНАВСТВО ТА УПРАВЛІННЯ ЗАКУПІВЛЯМИ	12
<i>S. I. BUKHALO, A. O. AGEICHEVA, I. V. ROZHENKO, S.O. SHKIL</i> INNOVATIVE LEARNING METHODS DURING TRAINING WORKSHOPS AT HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS	24

МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

<i>O. P. PRISHCHENKO, T. T. CHERNOGOR</i> CONSTRUCTION OF STATISTICAL MODELS OF CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL OBJECTS ON THE BASIS OF A COMPLETE FACTOR EXPERIMENT	32
<i>N. V. CHEREMSKA</i> CORRELATION FUNCTIONS AND QUASI-DETERMINISTIC SIGNALS	39
<i>O. V. YEFIMOV, V. L. KAVERTSEV, L. I. TIUTIUNYK, T. A. HARKUSHA, A. V. MOTOVILNIK, I. D. SYDORKIN</i> OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF POWER UNITS OF NUCLEAR POWER PLANTS	44

ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ЗАДАЧІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ІННОВАЦІЙ

<i>О. О. ЧЕРНУШЕНКО, А. Р. АГАЯН, Д. С. КРАВЧЕНКО</i> РОЛЬ СІРКОВМІСНИХ АМІНОКИСЛОТ У ПРОФІЛАКТИЧНОМУ ХАРЧУВАННІ РОБІТНИКІВ ЩО КОНТАКТУЮТЬ З ХРОМОМ	49
<i>О. В. БІЛОУС</i> ІННОВАЦІЙНІ ЗАХОДИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЗДОРОВ'Я ТА ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 017 «ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА І СПОРТ»	55
<i>О. О. ЧЕРНУШЕНКО, О. В. САСВИЧ, Г. В. НОВІК, С. О. ХРИЧОВ</i> ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СПОЖИВАННЯ ВІТАМІНІВ СТУДЕНТАМИ В УМОВАХ СТРЕСУ	61

ІННОВАЦІЙНІ НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

<i>С. І. БУХКАЛО</i> ВИБІР СИНЕРГЕТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РОЗРОБКИ КОМПЛЕКСНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНОЇ ТАРИ І ПАКУВАННЯ ПІСЛЯ ЗАВЕРШЕННЯ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	69
<i>S. I. BUKHALO, A. O. AGEICHEVA, O. M. BELYANSKIY, M. V. MOSKALENKO, ZH. V. DERKUNSKA, S. P. IGLIN</i> INNOVATIVE APPROACHES TO TEACHING AT HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN EXAMPLES AND TASKS	78
<i>С. І. БУХКАЛО</i> ПРИКЛАДИ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ СКЛАДОВИХ ХЛІББУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ІННОВАЦІЙНИХ РЕСТОРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ	86
ЗМІСТ	98

CONTENT

INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND SCIENTIFIC DEVELOPMENTS

<i>A. E. DENYSOVA, O. S. ZHAIVORON</i> INCREASING THE EFFICIENCY OF HEAT PUMP USING CIRCULATING WATER OF POWER PLANTS	3
<i>S. I. BUKHKALO, N. V. YAKYMENKO-TERESHCHENKO</i> EXAMPLES OF COMPLEX TEACHING OF DISCIPLINES – INNOVATIVE RESTAURANT TECHNOLOGIES, COMMODITY SCIENCE AND PURCHASING MANAGEMENT	12
<i>S. I. BUKHKALO, A. O. AGEICHEVA, I. V. ROZHENKO, S. O. SHKIL</i> INNOVATIVE LEARNING METHODS DURING TRAINING WORKSHOPS AT HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS	24

MODELING AS A TOOL OF INNOVATION

<i>O. P. PRISHCHENKO, T. T. CHERNOGOR</i> CONSTRUCTION OF STATISTICAL MODELS OF CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL OBJECTS ON THE BASIS OF A COMPLETE FACTOR EXPERIMENT	32
<i>N. V. CHEREMSKA</i> CORRELATION FUNCTIONS AND QUASI-DETERMINISTIC SIGNALS ...	39
<i>O. V. YEFIMOV, V. L. KAVERTSEV, L. I. TIUTIUNYK, T. A. HARKUSHA, A. V. MOTOVILNIK, I. D. SYDORKIN</i> OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF POWER UNITS OF NUCLEAR POWER PLANTS	44

ENERGY AND RESOURCE SAVING AS PROBLEMS AND TECHNOLOGIES OF INNOVATIONS

<i>E. A. CHERNUSHENKO, T. R. AHAIAN, D. S. KRAVCHENKO</i> THE ROLE OF SULFUR-CONTAINING AMINO ACIDS IN THE PREVENTIVE NUTRITION OF WORKERS IN CONTACT WITH CHROMIUM	49
<i>O. V. BILOUS</i> INNOVATIVE MEASURES OF TEACHING THE DISCIPLINE «BASIC THEORY OF HEALTH AND HEALTHY LIFESTYLE» FOR STUDENTS OF SPECIALTY 017 «PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS»	55
<i>E. A. CHERNUSHENKO, O. V. SAEVICH, A. V. NOVIK, S. O. KHRYCHOV</i> HYGIENIC ASSESSMENT OF VITAMIN CONSUMPTION BY STUDENTS UNDER STRESS	61

INNOVATIVE SCIENTIFIC RESEARCH DIFFERENT PURPOSES

<i>S. I. BUKHKALO</i> CHOICE OF SYNERGETIC MODELS FOR THE DEVELOPMENT OF COMPLEX DISPOSAL OF POLYMER CONTAINERS AND PACKAGING AFTER THE END OF THEIR USAGE	69
<i>S. I. BUKHKALO, A. O. AGEICHEVA, O. M. BELYANSKIY, M. V. MOSKALENKO, ZH. V. DERKUNSKA, S. P. IGLIN</i> INNOVATIVE APPROACHES TO TEACHING AT HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN EXAMPLES AND TASKS	78
<i>S. I. BUKHKALO</i> EXAMPLES OF COMPLEX TEACHING OF DISCIPLINES – INNOVATIVE RESTAURANT TECHNOLOGIES, COMMODITY SCIENCE AND PURCHASING MANAGEMENT	86
CONTENT	98

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ХП»
СЕРІЯ: ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У НАУКОВИХ РОБОТАХ
СТУДЕНТІВ**

Збірник наукових праць

№ 1'2023

Головний редактор: канд. техн. наук, чл.-кор. НАН вищої освіти України, проф. С.І. Бухкало

Технічний редактор: доц. Н.М. Мірошніченко

Відповідальний за випуск канд. техн. наук, доц. Н.М. Мірошніченко

АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ: 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2, НТУ «ХП».
Кафедра інтегрованих технологій, процесів та апаратів.
Тел.: (057) 707-63-04; +380673010613, e-mail: bis.khr@gmail.com

Підп. до друку 06.07.23 р. Формат 60×84 1/8. Папір офсетний.
Друк офсетний. Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 8,0. Облік.-вид. арк. 8,75
Тираж 100 пр. Зам. № 25. Ціна договірна.

Друкарня «ФОП Пісня О. В.». Свідоцтво про державну реєстрацію
суб'єкта видавничої справи ВО2 № 248750 від 13.09.2017 р.
61002, Харків, вул. Гіршмана, 16а, кв. 21, тел. 0932430788
