

**С. І. БУХКАЛО****КОМПЛЕКСНІ СИСТЕМИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ  
ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ ЯК СПІВПРАЦЯ АСОЦІАЦІЙ EFCE та CFE-UA**

У матеріалах статті розглянуті можливості для визначення цілей навчання студентів ВНЗ з метою подальшої розробки складових комплексних проєктів. При написанні статті використано досвід викладання дисципліни «Основи проєктування обладнання хімічних виробництв» в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» на кафедрі інтегрованих технологій, процесів і апаратів у 2022 р. 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 високоєфективних науково-обґрунтованих процесів та апаратів хімічних та харчових виробництв, наприклад, від різновидів аналізу класифікації-ідентифікації, загальних понять та вимог проєктування різновидів обладнання хімічних виробництв до вибору алгоритмів розрахунків на різних стадіях проєктування, виготовлення та експлуатації. Представлені приклади і деякі особливості можливих рішень навчання, які засновані на експериментальних даних розробки механізмів ідентифікації-класифікації процесів і їх наукового обґрунтування у вигляді об'єктів інтелектуальної власності.

**Ключові слова:** основи проєктування, моделі програмування хімічних виробництв та обладнання, комплексні інноваційні проєкти, науково обґрунтовані методи навчання студентів.

**Вступ.** Початковим етапом розробки комплексного інноваційного навчання можна означити складові викладання дисциплін, які утворюють цикл з відповідних напрямків інноваційного розвитку співпраці асоціацій EFCE (європейська федерація хімічної інженерії) та CFE-UA (українська асоціація хімічної та харчової інженерії) і спрямовані на формування навичок створення й опису систем різного рівня складності.

Дисципліна «Основи проєктування обладнання хімічних виробництв» входить до циклу нормативних дисциплін і займає важливе місце в підготовці спеціалістів за спеціальністю Хімічні технології. Теоретична частина курсів включає матеріал про основні методології, засоби й структуру порівняльного аналізу. Поряд з основним теоретичним матеріалом у кожний з курсів включені блоки прикладів аналізу практичних розрахунків за експериментальними дослідженнями різних актуальних технологій галузей, реально використовуваних у проєктах підприємств.

З метою підготовки спеціалістів вищої кваліфікації з хімічної промисловості викладачами кафедри видано понад 5 підручників та навчальних посібників. Підручники отримали нагороди МОН України та НАН вищої освіти.

В деяких виданнях [1–7] вперше в Україні запропоновано сумісне розглядання теоретичних питань з курсу, на підставі яких можуть бути розроблені практичні та самостійні завдання: розроблені багатоваріантні тестові завдання та задачі з основних тем курсу; індивідуальні та контрольні завдання для самостійної роботи. Засвоєння студентами навчального матеріалу пов'язане з різновидами матеріалів інтелектуальної власності, в які включено індивідуальні елементи нових наукових досліджень EFCE та CFE-UA.

Основні засади системного аналізу визначені на основі класифікації-ідентифікації основних складових проєктування обладнання, наприклад,

методів інтеграції в енергозберігаючих хімічних виробництвах; взаємозв'язок явищ в окремих процесах та апаратах; ієрархія явищ та їх супідрядність у вивченні процесів та апаратів; ієрархічна структура хімічного виробництва; взаємовплив апаратів та інші.

Зазвичай такі інноваційні методи навчання завершуються публікацією статті або тез конференції для кожного студента, що потребує визначення складових навчання за дисципліною Основи проєктування обладнання хімічних виробництв, наприклад для гр. ХТ-120к:

Перелік запланованих результатів навчання з дисципліни, співвіднесених із запланованими результатами освоєння освітньої програми можна визначити як:

1. Мета та місце дисципліни у структурі освітньої програми.

2. Зміст робочої програми (обсяг дисципліни, типи та види навчальних занять, навчально-методичне забезпечення самостійної роботи студентів).

3. Фонд оціночних засобів з дисципліни – перелік компетенцій із зазначенням етапів їх формування у процесі освоєння освітньої програми. Опис показників та критеріїв оцінювання компетенцій на різних етапах їх формування, опис шкали оцінювання.

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

5. Методичні матеріали, що визначають процедури оцінювання знань, умінь, навичок та досвіду діяльності, що характеризують етапи формування компетенцій.

6. Навчально-методичне та інформаційне забезпечення дисципліни.

© Бухкало С.І., 2022

7. Перелік основної та додаткової навчальної літератури, необхідної для освоєння дисципліни.

8. Перелік ресурсів інформаційно-телекомунікаційної мережі «Інтернет» та програмного забезпечення, необхідні для освоєння дисципліни, визначення моделей програмування.

**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 дисципліни (табл. 1). Зазвичай дослідники розрізняють класифікацію-ідентифікацію за напрямками проектування хімічних підприємств. Наприклад, технічне переоснащення виробництва полягає в заміні окремих екземплярів обладнання на ідентичні по конструкції, але фізично нові, не зношені та більш досконалі по конструкції, або виготовлені з більш якісних матеріалів. Такий етап не змінює технічних і технологічних основ виробництва а впливає лише на окремі елементи складових системи – конкретні позиції обладнання або окремі технологічні рішення. При цьому, практично, не має додаткового будівництва і може бути здійснено без тривалої зупинки виробництва в ході планово-попереджувальних ремонтів.

Реконструкція за класифікацією-ідентифікацією, як правило, полягає в повному або частковому переобладнанні діючих виробництв на базі нової техніки та технології: замінюються комплекси

зношеного або застарілого обладнання, усуваються наявні диспропорції в технологічних та інших виробничих ланках. Реконструкція, практично, не має додаткового будівництва, але часто вимагає часткової перебудови або розширення діючих складових підприємства основного виробничого призначення. Освоєння виробництва нових видів продукції, а також системне удосконалення технології існуючих виробництв (наприклад удосконалення хімічних схем синтезу або оптимізація технологічного режиму окремих стадій процесу) теж по суті є реконструкцією, навіть якщо зовсім не вимагає оновлення техніки.

Будівництво нових виробничих комплексів на території діючих підприємств здійснюють для збільшення потужності діючого підприємства з одночасним поліпшенням техніко-економічних показників, які не можуть бути досягнуті шляхом реконструкції або технічного переозброєння.

Відмінною особливістю навчання студентів в НТУ «ХП» за вказаними напрямками є його комплексний характер (таблиці 1 та 2, приклад для сьомого семестру викладання дисципліни), оскільки сумісно розглядаються різновиди представлених матеріалів навчальних занять (нз): теоретичні питання курсу (лк) – багатоваріантні тестові завдання у вигляді алгоритмів розрахунків з основних тем курсу (пз), індивідуальні та контрольні завдання, матеріал для самостійної роботи (с).

Таблиця 1. Класифікація-ідентифікація дисципліни за основними темами її викладання (проф. Бухкало С.І.)

№	Приклади ієрархії складових дисципліни Основи проектування обладнання хімічних виробництв
1	Загальні відомості про: об'єкти вивчення та предмет дисципліни, ціль навчання, вимоги до знань студентів; історичний розвиток хімічної технології як науки Класифікація-ідентифікація загальних положень наукового обґрунтування і вимог до проектування та виготовлення хімічного обладнання.
2	Визначення складових алгоритмів розрахунку та вибору теплообмінного обладнання – різновиди та особливості конструкції пластинчастих теплообмінників (ПТО).
3	Класифікація-ідентифікація основних напрямків розвитку проектування, інноваційного дослідження машин і апаратів хімічної технології – показники енергетичної, ресурсної та екологічної ефективності установок та обладнання.
4	Визначення складових алгоритмів розрахунку та вибору теплообмінного обладнання – різновиди ПТО розбірних.
5	Узагальнена структурна схема технологічної лінії, процеси, обладнання та стадії хімічного виробництва; основні питання модернізації виробництва.
6	Визначення складових алгоритмів розрахунку та вибору теплообмінного обладнання – ПТО напіврозбірні.
7	Ієрархія вибору матеріального виконання основного обладнання за прикладами вимог науково-технічної документації (НТД) виробництва – різновиди та особливості конструкції.
8	Визначення складових алгоритмів розрахунку та вибору теплообмінного обладнання – різновиди ПТО нерозбірних.
9	Класифікація-ідентифікація основних показників розрахунку на міцність машин і апаратів хімічних виробництв.
10	Визначення складових алгоритмів розрахунку та вибору теплообмінного обладнання – різновиди та особливості конструкції спіральних ПТО.
11	Класифікація-ідентифікація загальних відомостей з методів проектування: математичне моделювання, різновиди перевірки, розрахунки обладнання та ін.
12	Визначення складових алгоритмів розрахунку та вибору теплообмінного обладнання – різновиди та особливості конструкції рекуперативних теплообмінників
13	Класифікація-ідентифікація загальних відомостей про процеси теплообміну і теплопередачі теплообмінних апаратів хімічних виробництв, різновиди та особливості конструкції обладнання.
14	Визначення складових алгоритмів розрахунку та вибору теплообмінного обладнання – різновиди та особливості конструкції регенеративних теплообмінників
15	Класифікація-ідентифікація основних показників хімічних виробництв: визначення та положення про гарячі (нагрівальні) теплоносії та холодні (охолоджувальні) теплоносії.
16	Визначення складових алгоритмів розрахунку та вибору теплообмінного обладнання – різновиди та особливості конструкції кожухотрубчастих теплообмінників

Таблиця 2. Комплексний план навчальних занять другого модулю кафедра ІТПА НТУ «ХП» (проф. Бухало С.І.)

№ п/п	Вид	Найменування тем, різновидів навантаження і питань аналізу кожного виду занять комплексу технологій харчових виробництв
1	лк	Нормативно-технічні документи та вимоги до розробки проектів обладнання і установок. Класифікація-ідентифікація складових поняття установка та обладнання для різновидів хімічних виробництв.
2	лк	Ієрархія факторів впливу на вибір елементів обладнання або установки та визначення складових виконання: технічне завдання, технічний проект, виробничі креслення і ін.
3	лк	Аналіз систем ієрархії вибору матеріального виконання основного обладнання за прикладами вимог виробництва – поетапний аналіз процесів та операцій.
4	лк	Класифікація-ідентифікація ієрархії вибору основних показників розрахунку на міцність машин і апаратів за прикладами для хімічних виробництв.
5	лк	Дослідження та порівняльний аналіз типових схем багатокорпусних випарних установок – випарні апарати заглибного горіння: типи апаратів, конструкції горілок.
6	лк	Дослідження та порівняльний аналіз центрифуг хімічних виробництв: фільтруюча, осадова, з пульсуючим вивантаженням осаду, безперервна зі шнековим вивантаженням осаду
7	лк	Дослідження та порівняльний аналіз насосного обладнання: загальні відомості, класифікація-ідентифікація та вибір за різновидами технологічних процесів хімічних виробництв.
8	лк	Дослідження та порівняльний аналіз типових схем багатокорпусних випарних установок: загальні відомості, класифікація-ідентифікація та вибір за різновидами технологічних процесів хімічних виробництв.
9	пз	Класифікація-ідентифікація загальних відомостей проектування і аналіз розрахунків з виготовлення хімічного обладнання за алгоритмами – різновиди фільтрів для рідин.
10	пз	Класифікація-ідентифікація загальних відомостей проектування і аналіз розрахунків з виготовлення хімічного обладнання за алгоритмами – роторний плівковий апарат з циліндричним корпусом.
11	пз	Класифікація-ідентифікація загальних відомостей проектування і аналіз розрахунків з виготовлення хімічного обладнання – алгоритм розрахунку та порівняльна характеристика для різновидів абсорберів.
12	пз	Класифікація-ідентифікація загальних відомостей проектування і аналіз розрахунків з виготовлення хімічного обладнання – алгоритми розрахунку випарних установок.
13	пз	Класифікація-ідентифікація загальних відомостей проектування і аналіз розрахунків з виготовлення хімічного обладнання – установки заглибного горіння, визначення загальних характеристик
14	пз	Класифікація-ідентифікація загальних відомостей проектування і аналіз розрахунків з виготовлення хімічного обладнання – роторні плівкові апарати з циліндричним корпусом.
15	пз	Класифікація-ідентифікація загальних відомостей проектування і аналіз розрахунків з виготовлення хімічного обладнання – ректифікаційні колони безперервної дії зі сітчастими тарілками.
16	пз	Класифікація-ідентифікація загальних відомостей проектування і аналіз розрахунків з виготовлення ємнісного хімічного обладнання – Модульна контрольна робота
17	с	Розрахунки та конструктивні особливості теплообмінних апаратів хімічної промисловості, які випускаються провідними фірмами світу – класифікація-ідентифікація та загальні відомості для проектування
18	с	Сучасні масообмінні тарілки та регулярні насадки , які випускають провідні фірми світу за прикладами і задачами – класифікація-ідентифікація та загальні відомості для проектування.
19	с	Конструктивні особливості сучасних фільтрів ведучих мирових фірм – класифікація-ідентифікація та загальні відомості для проектування, порівняльний аналіз.
20	с	Перспективні напрямки подальшого підвищення продуктивності систем інженерної комп'ютерної графіки: класифікація-ідентифікація, порівняльний аналіз та загальні відомості проектування.
21	с	Ділова комп'ютерна графіка: для наочного графічного відображення даних, які зберігаються у електронних таблицях і базах даних, переважно для сфер управління підприємствами, економічних розрахунків тощо.
22	с	Наукова комп'ютерна графіка: для наочної візуалізації результатів наукових експериментів, автоматизованого проектування наукових та науково-технічних задач.
23	с	Наукова комп'ютерна графіка: формування наукової документації із застосуванням спеціальної нотації, наприклад, технологічних схем, математичних та хімічних формул тощо.
24	с	Наукова комп'ютерна графіка: дослідження екологічних, метеорологічних та інших природних об'єктів, процесів та апаратів різновидів галузей хімічних виробництв тощо.

Ускладнення конструкцій обладнання, зростання вимог до їх якості і надійності, ускладнення умов експлуатації, необхідність скорочення термінів розробки нових виробів або вдосконалення вже існуючих вимагають прийняття складних рішень в мінімальні терміни [1].

Основи проектування обладнання хімічних виробництв можна класифікувати-ідентифікувати як комплекс дослідницьких робіт з метою отримання складових ієрархії алгоритмів розробки нового або

модернізованого технічного об'єкта, достатніх для реалізації або виготовлення об'єкта в заданих умовах.

В процесі проектування виникає необхідність створення складових необхідних для побудови ще не існуючого об'єкта. Отримувані при проектуванні складові можуть бути остаточними або проміжними. Остаточні – комплект конструкторсько-технологічної документації у вигляді різновидів креслень, специфікацій, програм для ЕОМ і автоматизованих комплексів і т.п.

Також це технологія інформаційна: технологічний процес – задача та об'єкт розробки, результатом якої є інформаційна модель. Модель об'єкта, представлена у вигляді інформації, яка описує суттєві для даного розгляду параметри і змінні величини об'єкта. Інформаційна модель виробу – сукупність даних і залежності між ними, що описують різні властивості реального об'єкту, наприклад, обладнання, які цікавлять розробника моделі і потенційного або реального користувача [3]. Електронний макет – електронна модель виробу, що описує його зовнішню форму і розміри, що дозволяє повністю або частково оцінити його взаємодію з елементами виробничого і/або експлуатаційного оточення, що служить для прийняття рішень при розробці виробу та в процесі його виготовлення і використання [3].

Головним завданням дисципліни є формування теоретичних знань у фахівців хімічних виробництв про основні принципи та процеси, що проходять у різновидах обладнання, під час його експлуатації. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: основні технологічні, наукові, методологічні, екологічні та техніко-економічні терміни і поняття; закономірності процесів, які є спільними для виробництва хімічної продукції, про цілісність процесів, що забезпечують завдані властивості продукту; науково-теоретичні основи сучасних технологічних процесів і способи їх практичної реалізації; умови проведення технологічних операцій; вимоги стандартів до якості основної цільової продукції; систему різновидів методів хіміко-технологічного контролю виробництва.

Таким чином, при застосуванні комплексних навчальних занять відбувається формування і розвиток у студентів професійних компетенцій, що дозволяють їм виконувати інженерно-дослідну роботу за конкретними технологічними процесами. Для представленого матеріалу наявна різноманітність тем і завдань, які відповідають основним розділам курсу «Загальна хімічна технологія» з включенням розділів «Класифікація основних закономірностей хімічної технології» та «Основні характеристики комплексних проектів інноваційного промислового підприємства», що розширює можливості підготовки бакалаврів [1–5].

Представлення за життєвим циклом про складні технічні об'єкти в процесі їх проектування поділяються на аспекти і ієрархічні рівні. Аспекти, у свою чергу, характеризують ту чи іншу групу споріднених властивостей об'єкта. Типовими аспектами в описах технічних об'єктів є: функціональний (відображає фізичні та інформаційні процеси, що протікають в об'єкті при його функціонуванні: функціональні і логічні схеми; схемо-технічний; компонентний), конструкторський (характеризує структуру, розташування в просторі і форму складових частин об'єкта) і технологічний (визначає технологічність, можливості і способи виготовлення об'єкта в заданих умовах табл. 3).

У зв'язку з тим, що Україна на даний момент майже не забезпечена власними енергетичними ресурсами не більше ніж на 40 %, а середня вартість енергії на питомий продукт, який випускався українською хімічною промисловістю до загарбницької війни, у 1,5 – 2 рази перевищувала цей показник для індустріально розвинених країн, більшість діючих українських підприємств підлягають реконструкції або оптимізації обладнання, перш за все, з погляду ресурсо- і енергозбереження. При будівництві нових підприємств так само необхідно використовувати сучасні ресурсо- і енергозберігаючі методи проектування обладнання хімічних галузей.

Один з таких методів, пінч-технологія, надає інженерам-конструкторам, технологам і проектувальникам можливість, що принципово відрізняється від існуючих математичних методів, які подібні чорній шухляді.

Структура проектування технологічних процесів та обладнання галузей хімічної промисловості у багатьох випадках може бути класифікована як хіміко-технологічна система. Слід враховувати при проектуванні обладнання, що протікання процесів супроводжується хімічними реакціями в апаратах, що застосовуються в хімічній технології, ці процеси супроводжуються переносом (передачею) теплоти: при екзо- і ендотермічних реакціях, наприклад, у процесах сушіння, кристалізації, адсорбції, ректифікації й ін.

Проектування підприємств хімічної промисловості може бути розділене на два рівні. Перший рівень – це проектування індивідуальних установок, таких як, реактори, печі, системи розподілу, теплообмінні апарати, сушарки і т.д. Другий рівень – це об'єднання цих установок в інтегровані системи виробничих процесів. Пінч-аналіз зв'язаний із другим рівнем. Технологія проектування індивідуальних установок добре розвинена, але задача вибору оптимального розміщення апаратів і їхньої взаємодії надзвичайно складна. Для рішення цієї задачі в пінч-аналізі розроблені методи і правила, що базуються на основних термодинамічних законах.

Ці технологічні системи промисловості характеризуються великою кількістю прямих, обвідних, рециркулюючих, що розгалужуються і з'єднуються матеріальних потоків, які утворюють систему або підсистему підприємства, до якої можна застосувати методи системного аналізу.

**Приклад розробки технологічних та функціональних складових об'єктів.** Процес виробництва спирту із крохмалистих матеріалів (зерно або картопля) передбачає багаторазову дію нагрівання й охолодження. У зв'язку із цим правильний підбір вискоєфективного теплообмінного устаткування багато в чому визначає продуктивність і економічність процесу в цілому з урахуванням сучасних актуальних вимог ресурсо- та енергозбереження об'єктів хімічних виробництв.

Таким чином, можна визначити, що у виробництві спирту знайдуть своє застосування більшість типів теплообмінних апаратів: традиційні паяні й розбірні, розбірні ширококанальні (рис. 1), спіральні (рис. 2), пластинчасті випарники і конденсатори.

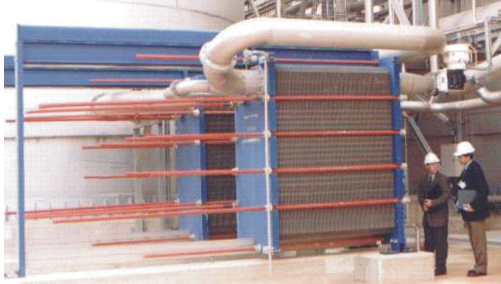


Рис. 1. Ширококанальні теплообмінники в схемі попередньої обробки зерна.



Рис. 2. Спіральні теплообмінники в схемі попередньої обробки зерна.

Попередня обробка або відділення розварювання й оцукрювання сировини, схема якого представлена на рис. 3, складається з наступних технологічних операцій: дроблення й здрібнювання сировини; готування замісу; розварювання сировини; охолодження розвареної маси до температури оцукрювання; змішування розвареної маси з матеріалами для оцукрювання (ферментні препарати, солодове молоко); оцукрювання розвареної маси; охолодження сусла до початкової температури бродіння (температура «складки»).

На стадії попередньої обробки відбувається гідроліз сировини, яка утримує крохмаль, її проводять при нагріванні до високої температури. Зазвичай це здійснюється у два етапи. На першому (підварювання) заміс підігрівають до температури 90–95 °С, використовуючи для цього екстрапару. При цьому, щоб уникнути підвищення в'язкості, нагрівання здійснюють швидко, протягом 1–2 хвилин. Здрібнена сировина змішується з водою до вмісту сухих речовин у замісі 16–18 %. При цьому технологічні рідини на цій стадії обробки містять домішки у вигляді волокон, великих часток розмеленого зерна або сторонніх домішок.



Рис. 3. Схема попередньої обробки зерна.

Для підігріву або охолодження таких рідин найбільш вигідно використовувати спіральні теплообмінники, що мають ефект самоочищення. Крім того, останнім часом має місце тенденція установки на цій позиції ширококанальних теплообмінників, які добре себе зарекомендували при виробництві спирту із цукрової тростини й бурячної меляси. У традиційній схемі виробництва охолодження розвареної маси здійснюється в осахарювачі за допомогою змієвиків або під вакуумом.

Охолодження сусла до початкової температури бродіння проводять або в теплообміннику типу «труба в трубі», або за допомогою установки під вакуумом. Охолодження під вакуумом дозволяє уникнути установки громіздких і металоемних теплообмінників «труба в трубі», однак вимагає значних капітальних і експлуатаційних витрат. Якісним і аргументованим рішенням [2011], на думку авторів, є установка на цій позиції спірального або ширококанального теплообмінника (рис. 4). Найбільш складний і енергоємний процес дистиляції або перегонки бражки й ректифікації спирту. Зріла бражка, що містить 8–10 % спирту, перекачується в брагоперегонний апарат. З енергетичної точки зору на цій стадії процесу за допомогою пари етанол відокремлюється від води, речовин, що не ферментуються, і продуктів вторинної ферментації. Кінцевий продукт роботи брагоперегонного апарата – одержання спирту сирцю й барди, що містить всі екстрактивні елементи й тверді зважені речовини. На більшості вітчизняних спиртових заводів застосовуються мідні одноходові вертикальні трубчасті теплообмінники, які використовують як конденсатори, спиртоуловлювачі, холодильники і підігрівники. Як дефлегматори застосовуються багатходові горизонтальні трубчасті теплообмінники. На всіх цих позиціях з успіхом використовуються пластинчасті теплообмінники, завдяки своїм властивостям – малий обсяг займаного простору, висока продуктивність і простота обслуговування, вони ефективно й стабільно працюють при конденсації спиртової пари із промивних, ректифікаційних і дегідратійних колон.

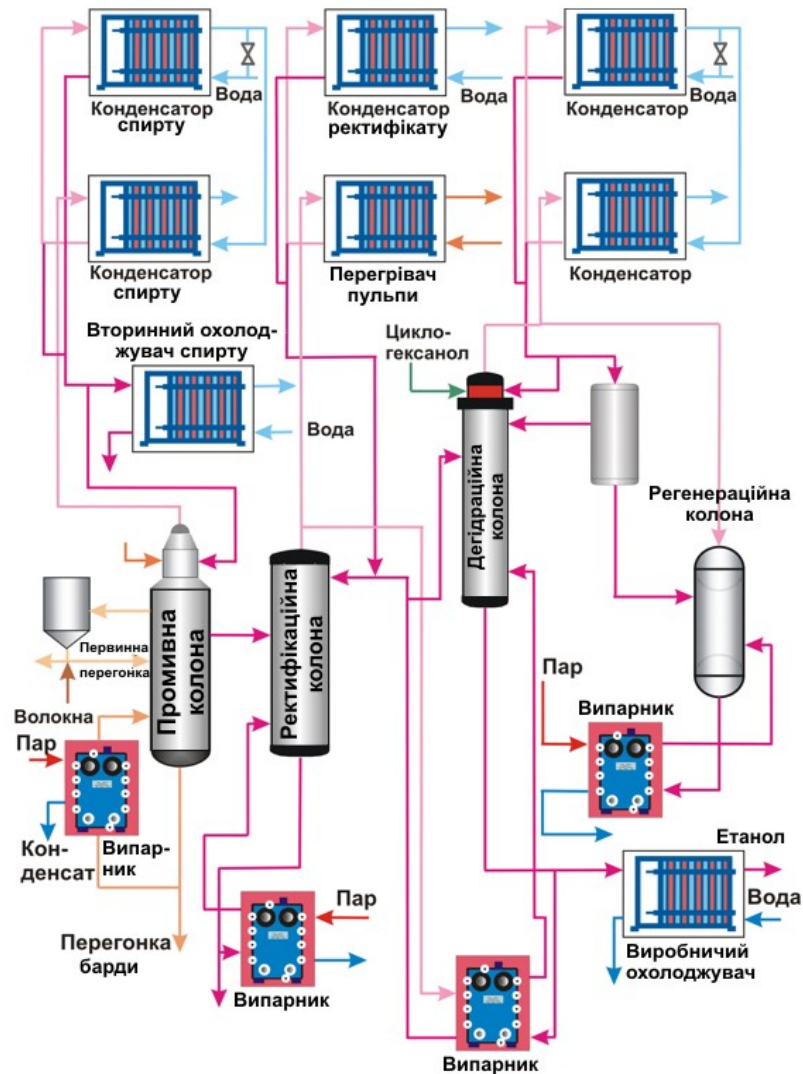


Рис. 4. Приклад схеми установки теплообмінників і випарників у процесі дистиляції

На першому (підварювання) замість підігрівують до температури 90–95 °С, використовуючи для цього екстрапару. При цьому, щоб уникнути підвищення в'язкості, нагрівання здійснюють швидко, протягом 1–2 хвилин. Здрібнена сировина змішується з водою до вмісту сухих речовин у замісі 16–18 %.

При виконанні різновидів завдань дисципліни студенти закріплюють знання, отримані при вивченні теоретичного матеріалу, вивчають на практиці вплив технологічного режиму на ефективність досліджуваного процесу та проектування обладнання хімічних виробництв, поглиблюють знання про нього, удосконалюються в методах обробки результатів експериментальних досліджень, в тому числі із застосуванням методів вибору раціональних умов проведення технологічних процесів, що відповідає вимогам сучасної системи навчання. Також студенти навчаються користуватися нормативно-технічною та технологічною документацією на обладнання і продукцію; обирають

раціональні технологічні рішення – науково їх обґрунтовують; застосовують методи математичної обробки результатів та аналізу; прогнозують перебіг технологічних процесів; аналізують технологічні ситуації, рівень екологічної безпеки виробництв та інтенсифікації процесів ресурсо- і енергозбереження безвідходних виробництв

#### Ієрархія комплексних складові інноваційного навчання за дисципліною.

Рейтингове оцінювання, наприклад, індивідуального завдання у вигляді участі у комплексному інноваційному проекті дозволяє оцінити самостійну роботу студентів при його підготовці та реалізації на усіх рівнях виконання. При цьому критерієм є не тільки здатність студента працювати з науково-технічною літературою, але і його вміння аналізувати отримані розрахункові та аналітичні матеріали, використовувати їх для більш повного розкриття заданої теми, його здатність захистити представлену роботу. Звичайно, для ефективного використання рейтингової системи

необхідна безперервна, чітко організована перевірка всіх виконаних видів робіт, що дозволяє організувати процес оцінки знань студентів як безперервний з перших занять і до кінця семестру, при цьому важлива роль викладача, який повинен бути готовий витратити свій час на перевірку всіх видів, практично, індивідуальних робіт студентів.

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 по дисципліні, семестрові календарні плани, опис рейтингової системи по дисципліні 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 домашніх завдань і вимоги до їхнього змісту й оформленню, матеріал поточного лекційного контролю за окремими темами дисципліни, навчально-методичні матеріали з організації самостійної роботи студентів, опубліковані й неопубліковані методичні розробки по даній дисципліні, у тому числі їх електронні версії, перелік використовуваних наочних матеріалів і технічних засобів навчання щодо контролю [1–5].

Зазвичай правильні дії студентів дозволяють реалізувати розумові здатності кожного в більш короткий термін, ніж при індивідуальній роботі, але захист роботи проходить в тій формі, яка дозволить перевірити вміння кожного студента діяти самостійно в аналогічних ситуаціях – захист у два етапи. Новими методами оцінки результатів навчання є, наприклад, комплексні інноваційні проекти з додатковим творчими завданнями, які стосуються кожного студента та мають алгоритми оцінювання.

Українська асоціація хімічної і харчової інженерії (CFE-UA); Sustainable Process Integration Laboratory (SPIL) NETME Centre; Faculty of Mechanical Engineering Brno University of Technology – VUT Brno, Czech Republik; АТ «Співдружність – Т». Українська асоціація хімічної і харчової інженерії являється структурно складовою частиною Європейської федерації хімічної інженерії (EFCE). Українська асоціація хімічної і харчової інженерії сприяє співробітництву з EFCE між некомерційними професійними науково-технічними товариствами для загального розвитку хімічної та харчової промисловості і як засіб сприяння їх розвитку.

#### **Висновки та перспективи подальшого розвитку.**

Представлені можливості комплексного інноваційного навчання студентів можуть бути застосовані для різновидів галузей хімічної та харчової технології з урахуванням розвитку

Європейської Федерації Хімічної Інженерії. Основною метою діяльності громадської організації «Українська асоціація хімічної та харчової інженерії» є вирішення питань розвитку хімічної та харчової промисловості та співпраці з Європейською Федерацією Хімічної Інженерії, участь та організація Українських та Міжнародних наукових конференцій, семінарів, симпозіумів, обмін науковими досягненнями, організація виставок, екскурсійних відвідувань наукових цінностей членів Організації – 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 конструкторських та технологічних рішень, що містить приклади та необхідні довідкові дані. прийняті на етапі конструкторські та взаємопов'язані подальші технологічні рішення можуть і повинні змінюватися, коригуватись у ході їх здійснення на виконавчій фазі провадження [1–5].

Швидкими темпами розвивається комп'ютерне проектування технологічних процесів і систем, але в області комп'ютерного проектування залишається ще багато не вирішених питань. спеціалістам-проектувальникам необхідно, перш за все, пізнати логіку прийняття технологічних рішень, представити труднощі та альтернативи вибору раціональних рішень з безлічі можливих. Це дозволить їм більш реалістично ставитися до результатів та можливостей комп'ютерного проектування та програмування, яке найчастіше виконується в режимі діалогу між людиною та комп'ютером. \

#### **Список літератури**

1. ДСТУ 3321:2003 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. – [Чинний від 2003-12-08]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2005. 51 с.
2. Черепашков А.А., Носов Н.В. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: Учеб. Для студ. высш. учеб. заведений. Изд. Дом «Ин-Фолио», 2009. 640 с.
3. 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.
4. 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-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II/за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХПІ». 201 с.
5. Бухкало С.І., Ігліч 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 «ХПІ». 208 с.
6. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. – К.: ЦНЛ, 2014. – 456 с.
7. Бухкало С.І. Визначення загальної технології комплексних курсових проектів. 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 «ХП». С. 217.
8. Сирку М.А., Бухкало С.І., Іглін С.П., Мірошніченко Н.М., Шкредов І.С., Пахнута М.І., Шевчук Т.Р. Питання комплексного визначення властивостей сировини у межах курсових проектів. 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 «ХП». С. 342.
  9. Ситник В.В., Яценко Б.С., Бухкало С.І., Сирку М.А., Касьян А.С., Оса О.В. Визначення експериментальних властивостей сировини у межах курсових проектів. Інформаційні технології: наука, техніка, технології, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII Міжн. н-практ. конференції (MicroCAD-2019), 15–17 мая 2019 р.: Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Х: НТУ «ХП». С. 343.
  10. 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.
  11. 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 2020 р.: Ч. II/за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП», с. 249.
  12. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (тестові завдання) [текст] підручник. – К.: ЦНЛ, 2014. – 412 с.
  13. 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
  14. Бухкало С.І. Структура потоків комплексного підприємства XXV Межд. н-практ. конф. «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье» (MicroCAD-2017) 17-19 мая 2017. Х.: Ч. III, – с. 14.
  15. Бухкало С.І., Сериков А.В., Ольховская О.І. и др. Об утилизации полимерных отходов как комплексе инновационных проектов / С.І. Бухкало, А. В. Сериков, О.І. Ольховская и др. // Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП». 2012. – № 10. – с. 160–166.
  16. Бухкало С.І., Гардер С.Е., Ольховская О.І. и др. Регулирование эффективности ресурсо- и энергосбережения на комплексных предприятиях по переработке отходов // Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП». 2012. – № 10. – с. 72–80.
  17. 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, dec. 2019. doi:http://dx.doi.org/10.17721/fujcV7I2P138-144. <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/article/view/258>.
  18. 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.urau.ua/cejjet/article/view/186442>.
  19. Bilous, O., Demidov, I., & Bukhhalo, 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.
  20. 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.
  21. 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.
  22. 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.
  23. Бухкало С.І. Структура потоків комплексного підприємства XXV Межд. н-практ. конф. «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье» (MicroCAD-2017) 1719 мая 2017. Х.: Ч. III, – с. 14.
  24. Бухкало С.І., Гардер С.Е., Химич О.Ю. и др. Применение математического моделирования для комплексных предприятий по переработке отходов. Вісник НТУ «ХП». 2012, № 10, с. 74–78.
  25. Бухкало С.І. Удосконалювання методів оцінки знань студентів вищих навчальних закладів. Вісник НТУ «ХП». Х.: 2014. № 16. С. 3–11.
  26. 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
  27. 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
  28. Бухкало С.І., Ольховська О.І., Зіпунніков М.М., Ольховська В.О., Сирку М.А. Аналіз можливостей регенерації етилового спирту у виробництві пектину. Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2019. – № 21(1346). – С. 19–30. doi: 10.20998/22204784.2019.21.04
  29. Бухкало С.І. Технологічні об'єкти утилізації модифікації полімерної тари та пакування. Збірник наукових праць XVII міжнародної наукової конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових і хімічних виробництв» 38 вересня 2018, м. Одеса. С. 140–142.
  30. Бухкало С.І. Основні складові комплексних підприємств енергетичного міксу. Вісник НТУ «ХП». 2015. № 7 (1116), с. 103–108.



## References (transliterated)

1. DSTU 3321\_2003 Sistema konstruktors'koï dokumentacii. Termini ta viznachennja osnovnih ponjat'. [Chinnij vid 2003-12-08]. Vid. of. K.: Derzhstandart Ukraïni, 2005. 51 p.
2. Cherepashkov A.A., Nosov N.V. Komp'juternye tehnologii, modelirovanie i avtomatizirovannye sistemy v mashinostroenii: Ucheb. Dlja stud. vyssh. ucheb. zavedenij. Izd. Dom «In-Folio», 2009. 640 p.
3. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoï promislivosti u prikladah i zadachah / Tovazhnjans'kij L.L., Bukhhalo S.I., Denisova A.C., Demidov I.M., Kapustenko P.O., Arsen'eva O.P., Bilous O.V., Ol'hovs'ka O.I. [tekst] pidruchnik z grifom MON. Kiïv «Centr uchbovoï literaturi»: 2011, 832 p.
4. Bukhhalo S.I. Osoblivosti rozrobki ob'ektiv intelektual'noï vlasnosti za studentami. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16–18.05.2018. Ch. II/za red. prof. Sokola E.I. Kh.:NTU «KhPI». 201 p.
5. Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Ol'hovs'ka O.I. ta in. Osoblivosti upravlinnja rozrobkami ob'ektiv intelektual'noï vlasnosti za studentami. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16–18 travnja 2018. Ch. II/za red. prof. Sokola E.I. Kh.:NTU «KhPI». 208 p.
6. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoï promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] pidruchnik. – K.: CNL, 2014. – 456 p.
7. Bukhhalo S.I. Viznachennja zagal'noï tehnologii kompleksnih kursovih proektiv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologii, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVII Mizhn. n-prakt. konferencii (MicroCAD-2019), 15–17 maja 2019.: u 4 ch. Ch. II. / za red. prof. Sokola E.I. – Kharkiv: NTU «KhPI». 217 p.
8. Sirku M.A., Bukhhalo S.I., Iglin S.P., Miroshnichenko N.M., Shkredov I.S., Pahnutova M.I., Shevchuk T.R. Pitannja kompleksnogo viznachennja vlastivostej sirovini u mezah kursovih proektiv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologii, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVII Mizhn. n-prakt. konferencii (MicroCAD-2019), 15–17 maja 2019.: u 4 ch. Ch. II. / za red. prof. Sokola E.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 342.
9. Sitnik V.V., Jacenko B.S., Bukhhalo S.I., Cirku M.A., Kas'jan A.S., Osa O.V. Viznachennja eksperimental'nih vlastivostej sirovini u mezah kursovih proektiv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologii, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVII Mizhn. n-prakt. konferencii (MicroCAD-2019), 15–17 maja 2019: Ch. II / za red. prof. Sokola E.I. Kh.: NTU «KhPI», p. 343.
10. Mal'ceva A.O., Bukhhalo S.I., Iglin S.P., ta in. Zagal'ni umovi procesiv kristalizacii cukru. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVIII mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferencii MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnja 2020: Ch. II/za red. prof. Sokola E.I. Kharkiv: NTU «KhPI», p. 233.
11. Ol'hovs'ka V.O., Kravchenko O.S., Bukhhalo S.I. Skladovi algoritmu poshuku racional'nih zakonmirmostej roboti obladannja. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVIII mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferencii MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnja 2020: Ch. II/za red. prof. Sokola E.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 249.
12. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoï promislivosti u prikladah i zadachah (testovi zavdannja) [tekst] pidruchnik. – K.: CNL, 2014. – 412 p.
13. 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). – C. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14
14. Bukhhalo S.I. Struktura potokiv kompleksnogo pidpriemstva XXV Mezhd. n-prakt. konf. «Informacionnye tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, obrazovanie, zdorov'e» (MicroCAD-2017) 17-19 maja 2017. Kh.: Ch. III, – p. 14.
15. Bukhhalo S.I., Serikov A.V., Ol'hovs'ka O.I. i dr. Ob utilizacii polimernyh othodov kak kompleksne innovacionnyh proektiv / S.I. Bukhhalo, A. V. Serikov, O.I. Ol'hovs'ka i dr. // Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI». 2012. – № 10. – pp. 160–166.
16. Bukhhalo S.I., Garder S.E., Ol'hovs'ka O.I. i dr. Regulirovanie jeffektivnosti resurso- i jenergosberezhenija na kompleksnyh predpriyatijah po pererabotke othodov // Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI». 2012. – № 10. – pp. 72–80.
17. 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, dec. 2019. doi:http://dx.doi.org/10.17721/fujcV7I2P138-144. <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/article/view/258>.
18. 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.urau.ua/ejjet/article/view/186442>.
19. Bilous, O., Demidov, I., & Bukhhalo, 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.
20. 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 literaturi»: 2018, 108 p.
21. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoï promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologii krohmalju). 2-ge vid. dop.: ch. 2 [tekst] pidruchnik z grifom MON. Kiïv «Centr uchbovoï literaturi»: 2019, 108 p.
22. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoï promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) / Tovazhnjans'kij L.L., Bukhhalo S.I., Denisova A.C., Demidov I.M., Kapustenko P.O., Arsen'eva O.P., Bilous O.V., Ol'hovs'ka O.I. [tekst] pidruchnik z grifom MON. Kiïv «Centr uchbovoï literaturi»: 2016, 468 p.
23. Bukhhalo S.I. Struktura potokiv kompleksnogo pidpriemstva XXV Mezhd. n-prakt. konf. «Informacionnye tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, obrazovanie, zdorov'e» (MicroCAD-2017) 17–19.05.17. Kh.: p. 14.
24. Bukhhalo S.I., Garder S.E., Himich O.Ju. i dr. Primenenie matematicheskogo modelirovanija dlja kompleksnyh predpriyatij po pererabotke othodov. Visnik NTU «KhPI». Kh., 2012, No. 10, pp. 74–78.
25. Bukhhalo S.I. Udoskonaljuvannja metodiv ocinki znan' studentiv vishnih navchal'nih zakladiv. Visnik NTU «KhPI». H.: NTU «KhPI». 2014. № 16. – pp. 3–11.
26. Bukhhalo S.I., Ol'hovs'ka O.I., Ol'hovs'ka V.O., Zipunnikov M.M. Doslidzhennja ta analiz innovacijnih zahodiv z tehnologii kompleksnoï utilizacii pisljaspirtovoï bardi. Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – No. 15(1340). pp. 66–74. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.12
27. Bukhhalo 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

28. Bukhhalo S.I., Ol'hovs'ka O.I., Zipunnikov M.M., Ol'hovs'ka V.O., Sirku M.A. Analiz mozhlivostej regeneracii etilovogo spirtu u virobniactvi pektinu. Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI», 2019. – № 21(1346). – pp. 19–30. doi: 10.20998/2220-4784.2019.21.04
29. Bukhhalo S.I. Tehnologichni ob'ekti utilizacii-modifikacii polimernoї tari ta pakuvannja. Zbirnik naukovih prac' XVII mizhnarodnoї naukoivoї konferencii «Udoskonalennja procesiv i obladnannja harchovih i himichnih virobniactv» 3–8 veresnja 2018, m. Odesa. pp. 140–142.
30. Bukhhalo S.I. Osnovni skladovi kompleksnih pidpriemstv energetichnogo miksu. Visnik NTU «KhPI». 2015. No. 7 (1116), pp. 103–108.

Надійшла (received) 19.05.2021

*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

**С. И. БУХКАЛО**

**КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ ИЗЛОЖЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ КАК СОТРУДНИЧЕСТВО АССОЦИАЦИЙ EFCE и CFE-UA**

В материалах статьи рассмотрены возможности для определения целей обучения студентов ВУЗов с целью дальнейшей разработки составляющих комплексных проектов. При написании статьи использован опыт преподавания дисциплины «Основы проектирования оборудования химических производств» в Национальном техническом университете «Харьковский политехнический институт» на кафедре интегрированных технологий, процессов и аппаратов в 2022 г. Комплексные системы определения составляющих дисциплины обусловили компетентности и качество материала рассматриваются пропущенные через призму собственного творческого восприятия, что делает материал особенно ценным. Разработки проведены с применением современных высокоэффективных научно-обоснованных процессов и аппаратов химических и пищевых производств, например от разновидностей анализа классификации-идентификации, общих понятий и требований проектирования разновидностей оборудования химических производств до выбора алгоритмов расчетов на разных стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации. Представлены примеры и некоторые особенности возможных решений обучения, основанные на экспериментальных данных разработки механизмов идентификации-классификации процессов и их научного обоснования в виде объектов интеллектуальной собственности.

**Ключевые слова:** основы проектирования, химические производства и оборудование, комплексные инновационные проекты, обоснованные методы обучения студентов.

**S. I. BUKHKALO**

**COMPLEX SYSTEMS OF TEACHING THE DISCIPLINE FUNDAMENTALS OF CHEMICAL INDUSTRY EQUIPMENT DESIGN AS A COLLABORATION OF EFCE and CFE-UA ASSOCIATIONS**

The materials of the article consider the possibilities for determining the educational goals of university students in order to further develop the components of complex projects. When writing the article, the experience of teaching the discipline "Fundamentals of chemical production equipment design" at the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" at the Department of Integrated Technologies, Processes and Devices in 2022 was used. Complex systems for determining the components of the discipline determined the competence and quality of the material, and the question that viewed through the prism of one's own creative perception, which makes the material especially valuable. Developments are carried out using modern, highly effective scientifically based processes and devices of chemical and food industries, for example, from types of classification-identification analysis, general concepts and design requirements of types of equipment of chemical industries to the selection of calculation algorithms at various stages of design, manufacture and operation. Examples and some features of possible training solutions are presented, which are based on experimental data of the development of process identification-classification mechanisms and their scientific justification in the form of intellectual property objects.

**Keywords:** basics of design, chemical production and equipment, complex innovative projects, scientifically based methods of teaching students.