

КОНЦЕПТУАЛЬНА СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ПОНЯТТЯ «ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

© Куделко А. М.

Харківський національний університет ім. В.Н.Каразіна

Інформація про автора:

Куделко Ангеліна Миколаївна: ORCID: 0000-0002-9338-3789; angelinakudelko@gmail.com; викладач кафедри природничих наук; Харківський національний університет ім. В.Н.Каразіна, площа Свободи 4, 61022, Україна.

У статті вирішується проблема структурування знань у підготовці майбутніх фахівців хімічної галузі. Теоретично обґрунтовано концептуальну структурну модель формування технічних понять. Визначено ознаки структурної моделі, а саме ознаки призначення, структури, принципу та механізму дії, характеристик та параметрів. Розроблено концептуальну структурну модель поняття «Хімічні технології», яка представляє собою ієрархію множини ознак.

Ключові слова: хімічна галузь, підготовка фахівців, структурування змісту навчання, концептуальна структурна модель, поняття «хімічні технології», множина ієрархічних ознак, якість підготовки.

Куделко А. Н. «Концептуальна структурная модель понятия «химические технологии»

В статье предлагается решение проблемы структурирования знаний при подготовке будущих специалистов химической отрасли. Теоретически обоснована концептуальная структурная модель формирования технических понятий. Определены признаки структурной модели, а именно признаки назначения, структуры, принципа и механизма действия, характеристик и параметров. Разработана концептуальная структурная модель для понятия «Химические технологии», которая представляет собой иерархию множества признаков.

Ключевые слова: химическая отрасль, подготовка специалистов, структурирование содержания обучения, концептуальная структурная модель, понятие «химическая технология», множество иерархических признаков, качество подготовки.

Kudelko A. M. «Conceptual structural model of the concept of "chemical technology»

In the article a solution to the problem of structuring knowledge in the preparation of the future experts of chemical industry is considered. Structural model of technological concepts are theoretically justified. Signs purpose, structure, principles and mechanisms of action, characteristics and parameters of the structural model are identified. Conceptual structural model for the concept of "Chemical Technology" are developed. It is a hierarchy of a plurality of features.

Keywords: chemical industry, training, the structuring of learning content, conceptual structural model, the term "chemical technology", hierarchical set of features, the quality of training.

Постановка проблеми. Розвиток хімічної галузі, розробка та поява нових хімічних технологій вимагає від вищої професійної освіти підготовки майбутніх фахівців, що володіють не тільки сучасними теоретичними знаннями та практичними навичками, а й мають досвід формування, структурування та використання системних знань та понять. Однією з головних задач вищої освіти стає вирішення низки протиріч між:

- необхідністю формування знань багатьох хімічних технологій та обмеженим терміном підготовки майбутніх фахівців;

ЗМІСТ ОСВІТИ

- значним обсягом різномірної інформації, наукових досліджень, розробок у хімічній галузі та недостатнім рівнем її систематизації;

- сучасними дослідженнями науковців у сфері структурування, інтеграції, систематизації понять та недостатнім рівнем впровадження таких досягнень у систему професійної підготовки майбутніх фахівців.

Отже, вирішення таких протиріч потребує пошуку, обґрунтування та розробки нових методик підготовки майбутніх фахівців хімічної галузі до структурування знань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблему структурування знань намагаються вирішувати як науковці-педагоги, так і науковці-психологи, виявляючи різні підходи та механізми цього процесу. Науковці Є. Аксьонова, В. Антонов, В. Боєчко, А. Огородник процес структурування розглядають у двох напрямках: як спосіб активізації пізнавальної діяльності студента та як спосіб вдосконалення керованості процесом навчання. У роботах Г. Александрова, Л. Полежаєвої, Н. Заволоки та Н. Золотухіної структурування змісту здійснюється завдяки виділенню логічної структури навчального матеріалу. У дослідженнях С. Гончаренка та Т. Ільїної структурування навчального матеріалу визначається як процес виявлення зв'язків між поняттями. В. Краєвський та І. Лернер виявляють етапність, обмеження, встановлення зв'язків між новим та відомим, важливість навчального матеріалу, дидактичну цінність як передумови структурування змісту навчального матеріалу.

У дослідженнях науковців-психологів Дж.Андерсона, Г.Бауера, Б.Величковського, Р.Клацкі, Ф.Клікса, А.Коллінса, Т.Ландауера, П.Ліндсея, Д.Мейера, Ле Ні, Д.Нормана, А.Пайвіо, Л.Ріпса, Е.Рош, Д.Румельхарта, Г.Саймона, Е.Сміта, Е.Шобена, М.Холодної, Й.Хофмана розкривається механізм структурування змісту через психологічні особливості сприйняття інформації.

На сьогодні важливим є застосування одержаних результатів досліджень вчених для підготовки майбутніх фахівців та розробка відповідних методик навчання.

Постановка завдання. Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та розробка концептуальної структурної моделі поняття «Хімічні технології» як елемента методики навчання майбутніх фахівців хімічної галузі.

Виклад основного матеріалу. За результатами систематизації досліджень науковців М.Лазаревим була обґрунтована та розроблена концептуальна структурна модель (рис. 1) формування технічних понять [2, 7], яка має вигляд:

$$P = \{ R, S, D, H \}, \quad (1)$$

де R (R_1, R_2, \dots, R_k) – множина ієрархічних ознак, які репрезентують призначення та використання об'єкту (ознаки призначення);

S (S_1, S_2, \dots, S_l) – множина ієрархічних ознак, які репрезентують структуру, склад, побудову або конструкцію об'єкту (ознаки складу);

D (D_1, D_2, \dots, D_m) – множина ієрархічних ознак, які репрезентують принципи і механізми дії та функціонування об'єкту (ознаки принципу дії);

H (H_1, H_2, \dots, H_n) – множина ієрархічних ознак, які репрезентують параметри, характеристики та властивості об'єкту (ознаки параметрів).

Завдяки такій моделі стає можливим формування та структурування інформації, понять для технічних дисциплін. Однією з важливих для майбутнього інженера-технолога хімічної галузі є дисципліна «Загальна хімічна технологія». Проведемо аналіз та розробимо концептуальну структурну модель поняття «Хімічні технології».

Визначимо множину ознак, які репрезентують призначення та використання об'єкту або ознаки призначення (R). В роботах [1, 3, 12] зазначено, що всі існуючі технології розвиваються за двома напрямками. За першим напрямком технології спрямовані на змінення форми, зовнішнього вигляду, фізичних властивостей та називаються механічними технологіями. Іншим напрямком є змінення хімічного стану речовин та їх властивостей, що

ЗМІСТ ОСВІТИ

визначають хімічні технології. Саме другий напрям є базовим у підготовки майбутніх інженерів-технологів хімічної галузі. Отже, на першому рівні ієрархії множини ознак призначення встановимо поняття «Хімічні технології» - R. За результатами аналізу робіт [8] хімічні технології розділяються на дві групи: хімічні технології неорганічних речовин (R_1) та хімічні технології органічних речовин (R_2). Ці поняття визначають другий рівень ієрархії множини ознаки призначення. Хімічні технології неорганічних речовин представляють технології неорганічних кислот, солей, лугів, технології неорганічних фармацевтичних препаратів, електрохімічні виробництва, виробництва силікатів, мінеральних фарб та пігментів, а також металургію.

В хімічних технологіях органічних речовин вивчаються технології виробництва органічних кислот, спиртів, ефірів, органічних фармацевтичних препаратів, високомолекулярних сполук, технології переробки нафти та газу, технології виробництва харчових продуктів.

Ці поняття складають третій рівень ієрархії множини ознак призначення. На четвертому рівні ієрархії слід розглядати поняття окремих технологій. Отже, можна представити ієрархію множини ознак призначення для поняття «Хімічні технології», яка запропонована на рис. 2.

Визначимо множину ознак, які репрезентують структуру, склад хімічної технології. З аналізу робіт [6, 9, 11] можна виділити матеріально-технологічні та функціонально-технологічні складові хімічних технологій (рис. 3).

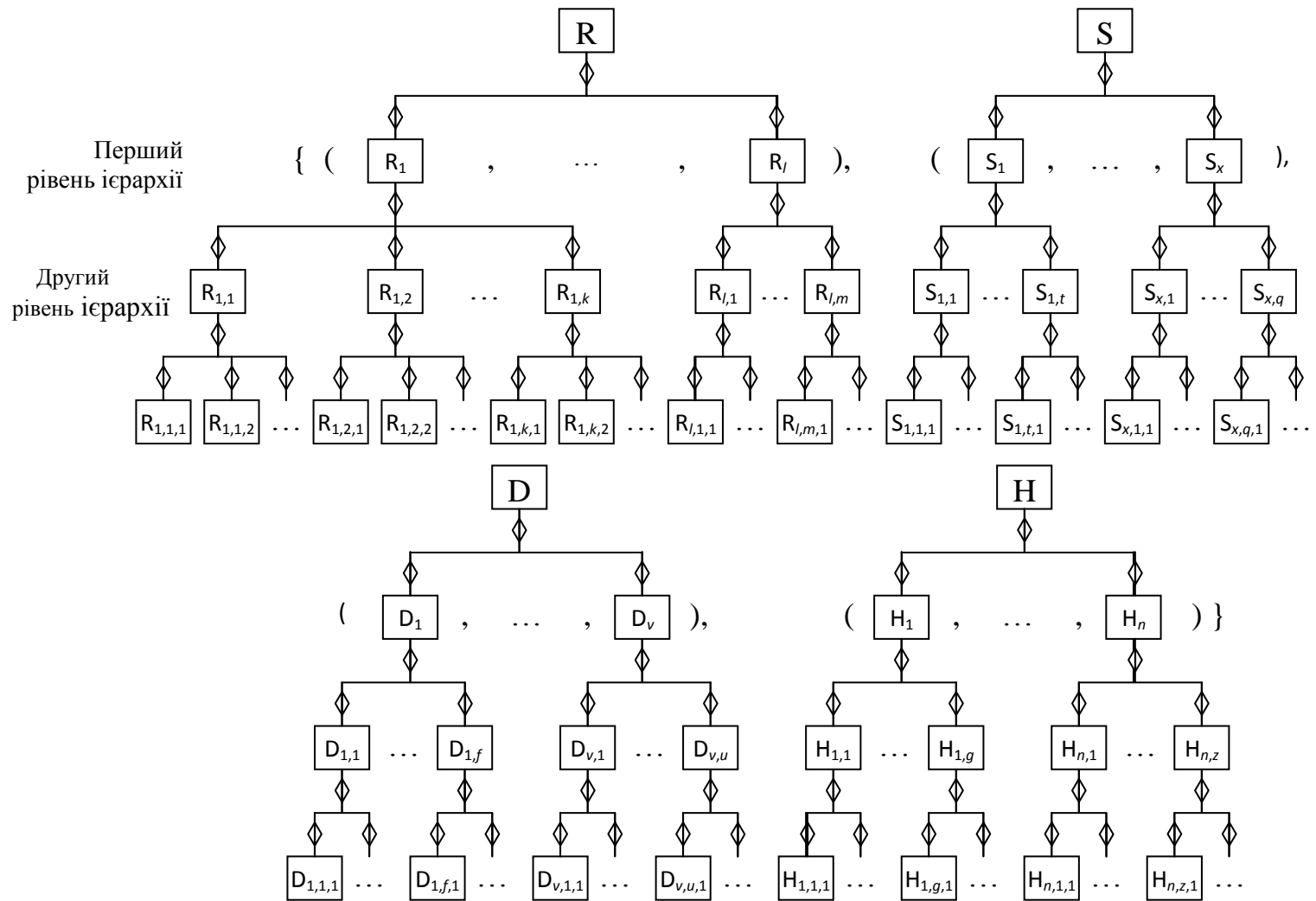


Рис. 1. Узагальнена структурна ієрархічна модель поняття «Хімічні технології»

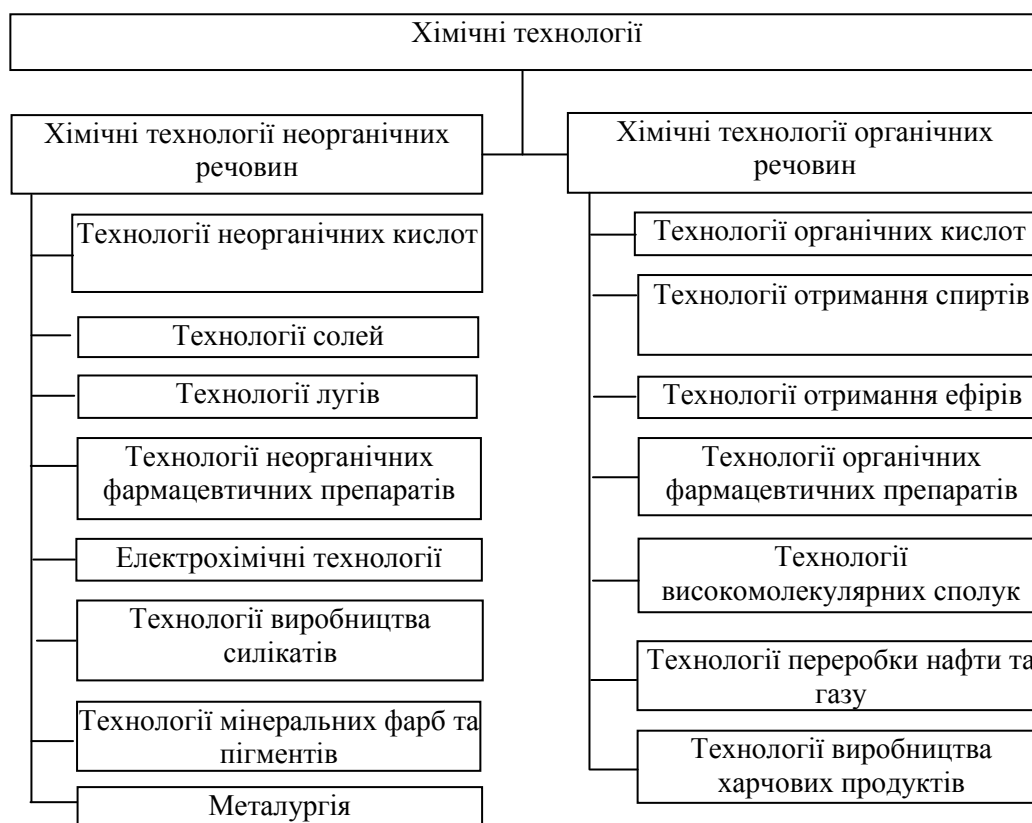
ЗМІСТ ОСВІТИ

Рис. 2. Структурна модель ознак призначення для поняття «Хімічні технології»

Відправною точкою для будь-якої хімічної технології є вид сировини, напівфабрикатів та готових продуктів. Вид сировини обумовлює вибір процесів, хімічних перетворень, які здійснюють для отримання напівфабрикатів та готових продуктів. Так, в роботах [5, 6, 8, 12] зазначено, що перетворенню підлягають неорганічні та органічні речовини. У хімічних технологіях використовують таку неорганічну сировину, як мінеральну, повітря, воду та ін. Органічним є сировина рослинного, тваринного походження, а також низькомолекулярні та високомолекулярні речовини. Більшість хімічних технологій можуть здійснюватися лише за умов наявності спеціальних добавок: каталізаторів та інгібіторів [1, 6, 8, 11, 12]. Отже, важливим є встановлення виду добавок у хімічних технологіях. Також, в процесі виробництва виникають відходи, як технологічні, енергетичні та допоміжні. Знання типу відходів дозволяє фахівцям розробляти сучасні методи їх повторного використання та розробки безвідходних технологій.

До матеріально-технологічних складових віднесемо поняття виду обладнання, що використовується для здійснення багатьох хімічних процесів. Перетворення речовин, сировини та напівфабрикатів у готову продукцію може здійснюватися завдяки використанню механічного, гідромеханічного, теплового, масообмінного обладнання, хімічних реакторів та обладнання для проведення біохімічних процесів [10].

Визначимо функціонально-технологічні складові хімічних технологій. В роботі [12] зазначено, що будь-яка технологія складається із етапів. Першим етапом є підготовчий, для проведення якого характерні процеси, що дозволяють підготувати сировину, напівфабрикати, матеріали для подальшого головного процесу перетворення. Другим є основний етап, на якому здійснюються механічні, теплові, масообмінні, хімічні процеси. На цьому етапі отримують готовий продукт, який потрапляє на заключну стадію пакування, маркування, тимчасового зберігання на складі. Згідно цього, виділимо функціонально-технологічні складові за видами етапів: підготовчого, основного та заключного.

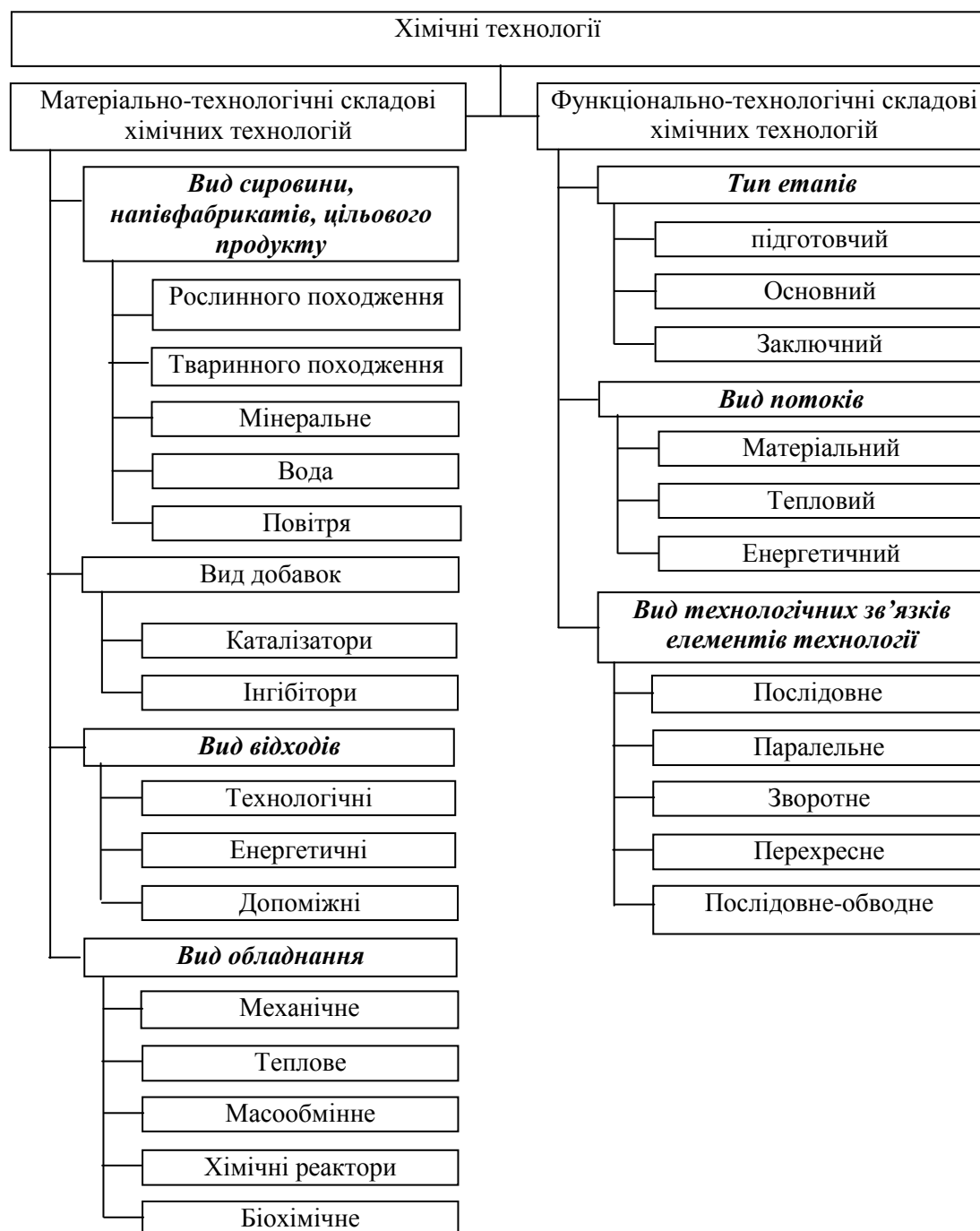


Рис. 3. Структурна модель ознак складу для поняття «Хімічні технології»

Якщо розглядати технологію як систему різних елементів, то між ними можна виділити функціональні зв'язки у вигляді технологічних потоків. В роботі [8] вказується на наявність матеріальних та теплових потоків, а в роботі [9, 11] автори звертають увагу на наявність енергетичних потоків у хімічних технологіях. Отже, виділимо таку функціонально-технологічну складову хімічних технологій, як вид потоків.

Крім того, автори [9, 11] виділяють різні способи поєднання технологічних елементів, від чого залежить якість функціонування всієї системи. Такі технології, як виробництво хлористого вінілу, формальдегіду [8, 9, 11] здійснюється за послідовною схемою поєднання

ЗМІСТ ОСВІТИ

технологічних елементів. Виробництво соди [11, 12] проводять за паралельною схемою поєднання технологічних елементів. Більшість хімічних технологій [8] здійснюється за зворотним або циклічним поєднанням елементів в системі. Прикладом таких технологій є виробництво аміаку, спиртів. Також для хімічних технологій характерним є послідовно-обводне та перехресне поєднання технологічних елементів системи. Отже, можна виділити як функціонально-технологічну складову хімічних технологій вид технологічного зв'язку елементів. Проведений аналіз дозволив сформулювати структурну модель множини ознак складу хімічних технологій, яка представлена на рис. 2.

Розробимо структурну модель множини ознак механізму дії для поняття «Хімічні технології». Перетворення хімічних речовин здійснюється за визначеним механізмом - хімічними реакціями. Аналіз робіт [8, 9, 12] дозволив встановити ті хімічні реакції, які застосовують для отримання неорганічних, органічних, високомолекулярних та інших сполук. У хімічних технологіях застосовують реакції окислення-відновлення, розкладу, поєднання, заміщення, обміну, гідрування, полімеризації, коксування, крекінгу, біохімічні та ін. Отже, виділимо у складі структурної моделі ознаку – тип хімічної реакції.

Механізм реакцій, що здійснюються, може бути простим та складним (паралельним, послідовними, зворотним) [9, 11]. В залежності від стану та фаз реагуючих речовин реакції можуть протікати за гомогенним або гетерогенним механізмом. З аналізу роботи [12] встановлено, що при проведенні хімічних перетворень можливо змінювати характер введення вихідних матеріалів, сировини та напівфабрикатів в технологічну систему. Так, хімічні технології перетворення речовини можуть протікати періодично, коли використовують визначену кількість вихідних речовин за цикл роботи обладнання. Та застосовують неперервний режим роботи елементів технологічної системи, коли здійснюється завантаження вихідної сировини, перетворення та заключна обробка одночасно. Отже, можна зазначити, що множиною ознак механізму дії для поняття «Хімічні технології» будуть такі ознаки, як (рис. 4):

- тип хімічної реакції;
- механізм протікання реакцій;
- тип реагування фаз;
- режим протікання хімічних процесів.

Проведемо аналіз хімічних технологій та розробимо структурну модель множини ознак параметрів для поняття «Хімічні технології». Для проведення перетворень у хімічних технологіях застосовують, як було вказано раніше, різні види сировини, матеріалів та напівфабрикатів й отримують цільовий продукт [8, 9, 11, 12]. Параметри сировини та інших речовин обумовлюють вибір тих процесів та механізмів їх перетворення, які в сукупності дозволяють отримати готовий продукт. Так, для технології виробництва фосфорних добрив сировиною є фосфорити та апатити, які добувають із фосфатних руд, їх подрібнюють, збагачують, отримують розчини різних концентрацій, щільності, в'язкості та направляють на основну стадію виробництва добрив. Отже, для такої сировини контролюють параметри фізико-механічні (маса, геометричні розміри, реологічні показники), технологічні (здатність до подрібнення), економічні (собівартість добування), параметри транспортування та зберігання, безпеки використання. У виробництві азотної кислоти [8] використовують аміак, який характеризують за параметрами фізико-хімічними, транспортабельності та зберігання, безпеки використання.

Отже, можна виділити такі ознаки параметрів хімічних технологій для сировини, напівфабрикатів та цільової продукції: фізико-механічні, фізико-хімічні, технологічні, економічні, параметри безпеки, транспортабельності та зберігання, екологічні параметри.

Ефективність функціонування хімічної технології як системи характеризується параметрами, які враховують усі особливості та властивості системи, умови взаємодії та функціонування елементів та підсистем. В роботі [9, 11] виділяють такі функціонально-технологічні параметри хімічних технологій, як: продуктивність, ступінь перетворення, ступінь розподілу, вихід продукту, селективність, швидкість реакції.

ЗМІСТ ОСВІТИ

В процесі хімічного перетворення речовин визначають та контролюють параметри технологічного режиму: температуру, тиск, гідродинамічний режим, концентрацію, об'єм, тепловий ефект [8].

На сьогоднішній день важливими показниками ефективності функціонування хімічних систем є економічні параметри: собівартість, прибуток, ресурсо- та енерговитрати та ін.

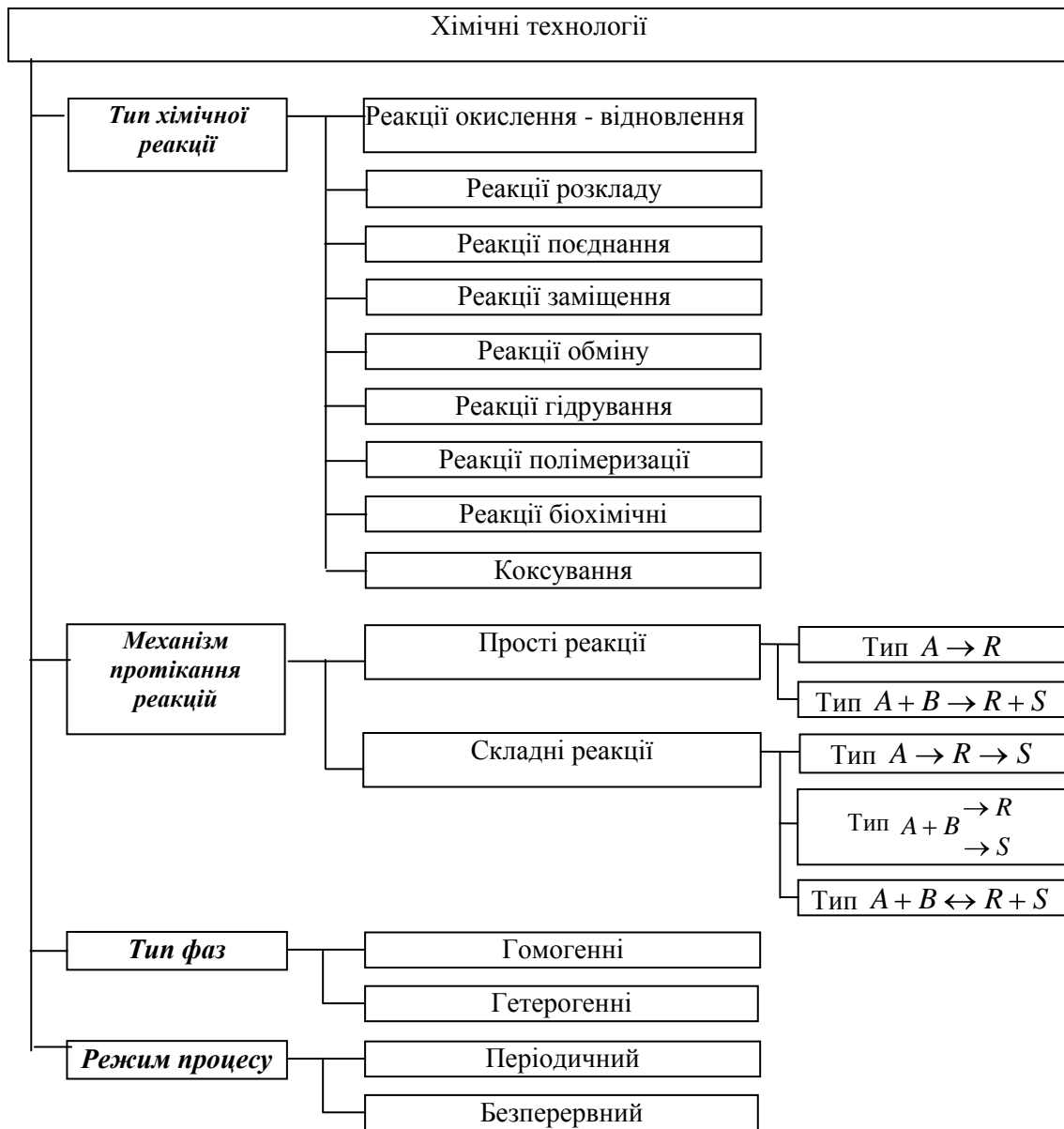


Рис. 4. Структурна модель ознак механізму дії для поняття «Хімічні технології»

Слід також визначати екологічні параметри, що дозволяють контролювати концентрації шкідливих домішок у стічних водах, газових викидах, твердих відходах. Надійність, рівень автоматизації та безпеки функціонування хімічних систем контролюється та визначається за експлуатаційними параметрами. Згідно проведеного аналізу виділимо параметри, що характеризують технологічні процеси хімічних технологій, а саме: функціонально-технологічні, параметри технологічного режиму елементів системи, економічні, екологічні, експлуатаційні параметри.

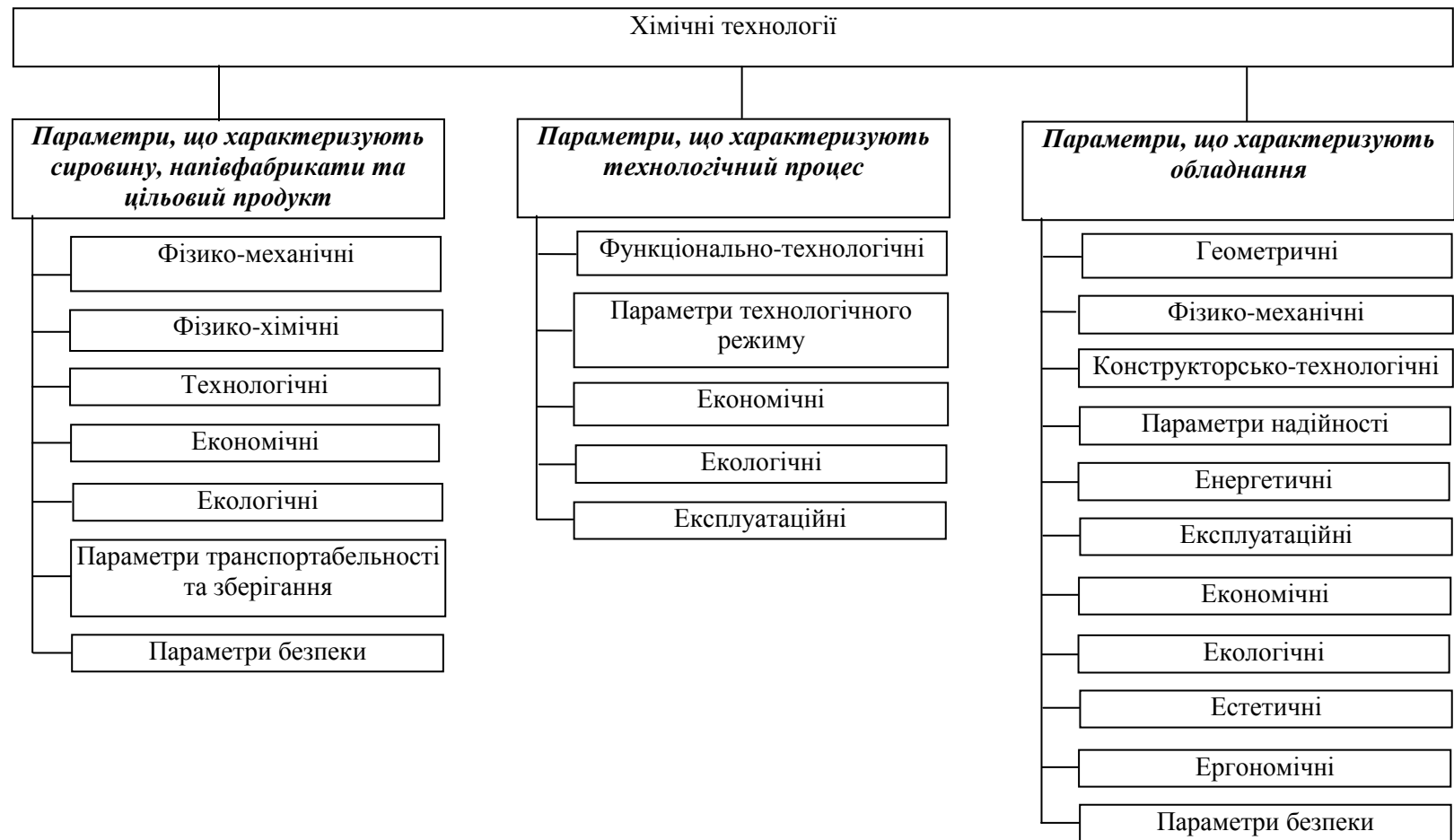


Рис. 5. Структурна модель ознак параметрів для поняття «Хімічні технології»

ЗМІСТ ОСВІТИ

Функціонування хімічних технологій забезпечується ефективною роботою обладнання, яке можна характеризувати з параметрами [3, 4]: геометричними, фізико-механічними, конструкторсько-технологічними, параметрами надійності та довговічності, енергетичними, експлуатаційними, економічними, екологічними, естетичними, ергономічними та параметрами безпеки обладнання.

Отже, сформована структурна модель множини ознак параметрів для поняття «Хімічні технології», яка представлена на рис. 5.

Висновки. Теоретично обґрунтовано і розроблено структурні моделі множини ознак призначення, складу, механізму дії та параметрів для поняття «Хімічні технології». Завдяки отриманим моделям процес узагальнення навчального матеріалу стане більш ефективним, а студенти будуть мати можливість отримувати системні знання.

Перспективами подальших досліджень є розробка методу навчання хімічним технологіям на основі розроблених моделей.

Список використаних джерел

1. Буринська Н. М. Методика викладання хімії (теоретичні основи) / Н. М. Буринська – К.: Вища школа, 1987. – 254 с.
2. Гончаренко С. У. Інтеграція наукових знань і проблема змісту освіти / С. У. Гончаренко // Постметодика. – 1998. – № 2. – С. 2-8.
3. Дитрих Я. Проектирование и конструирование: системный подход / Я. Дитрих. – М.: Мир, 1981. – 456с.
4. Зуев Ю. Ю. Основы создания конкурентоспособной техники и выработки эффективных решений / Ю. Ю. Зуев. – М.: Изд. дом МЭИ, 2006. – 402 с.
5. Кузнецов Д. А. Общая химическая технология / Д. А. Кузнецов. – М.: Высшая школа, 1967. – 275 с.
6. Кутепов А. М. Общая химическая технология / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. – М.: Высшая школа, 1985. – 448 с.
7. Лазарев М. І. Полісистемне моделювання змісту технологій навчання загальноінженерних дисциплін: монографія. / М. І. Лазарев. – Харків: Вид-во НФаУ, 2003. – 356 с.
8. Общая химическая технология / под ред. А.Г. Амелина. – М.: Химия, 1977. – 400 с.
9. Царева З. М. Основы теории химических реакторов (компьютерный курс) / З. М. Царева, Л. Л. Товажнянский, Е. И. Орлова. – Харьков: ХГПУ, 1997. – 624 с.
10. Процессы и аппараты химической промышленности / П. Г. Романков, М. И. Курочкина, Ю. Я. Мозжерин, Н. Н. Смирнов : под. общ. ред. П. Г. Романкова. – Ленинград : Химия, 1989. – 560 с.
11. Царева З. М. Теоретические основы химической технологии / З.М. Царева, Е. И. Орлова. – Киев: «Вища школа», 1986. – 271 с.
12. Фурмер И. Э. Общая химическая технология / И. Э. Фурмер, В. Н. Зайцев. – М.: Высшая школа, 1986. – 231 с.

References

1. Burynska, NM 1987, *Metodyka vykladannya khimiyi (teoretychni osnovy)*, Vyshcha shkola, Kyiv.
 2. Honcharenko, SU 1998, 'Intehratsiya naukovykh znan' i problema zmistu osvity', *Postmetodyka*, no. 2, pp. 2-8.
 3. Ditrih, Ja 1981, *Proyektirovaniye i konstruirovaniye: sistemnyi podkhod*, Mir, Moskva.
 4. Zuyev, JuJu 2006, *Osnovy sozdaniya konkurentosposobnoy tekhniki i vyrabotki effektivnykh resheniy*, Izdatelskij dom MEI, Moskva.
 5. Kuznetsov, DA 1967, *Obshchaya khimicheskaya tekhnologiya*, Vysshaya shkola, Moskva.
 6. Kutepov, AM, Bondareva, TI & Berengarten MG 1985, *Obshhaya khimicheskaya tekhnologiya*, Vysshaya shkola, Moskva.
 7. Lazarev, MI 2003, *Polisystemne modelyuvannya zmistu tekhnolohiy navchannya zahalnoinzhenernykh dystsyplin*, Vydavnytstvo NFaU, Kharkiv.
 8. Amelina, AG (ed.) 1977, *Obshchaya khimicheskaya tekhnologiya*, Khimiya, Moskva.
 9. Tsareva, ZM, Tovazhnyanskiy, LL & Orlova, YeI 1997, *Osnovy teorii khimicheskikh reaktorov (kompyuternyy kurs)*, KhGPU, Kharkov.
 10. Romankov, PG, Kurochkina, MI, Mozzherin, JuJa & Smirnov, NN 1989, *Processy i apparaty khimicheskoy promyshlennosti*, P.G. Romankov (ed.), Khimiya, Leningrad.
 11. Tsareva, ZM & Orlova, YeI 1986, *Teoreticheskiye osnovy khimicheskoy tekhnologii*, Vyshcha shkola, Kiev.
 12. Furmer, IE & Zaytsev, VN 1986, *Obshchaya khimicheskaya tekhnologiya*, Vysshaya shkola, Moskva.
- Стаття надійшла до редакції 10.04.2015р.*

