

УДК 378.1:664

## ФОРМУВАННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПОНЯТТЯ «ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ»

© Шапошник А. М.<sup>1</sup> © Лазарева Т. А.<sup>2</sup>

*Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна<sup>1</sup>*

*Українська інженерно-педагогічна академія<sup>2</sup>*

### Інформація про авторів:

**Шапошник Ангеліна Миколаївна:** ORCID: 0000-0002-9338-3789; angelinakudelko@gmail.com; асистент, викладач кафедри природничих наук; Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, центр міжнародної освіти; майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна.

**Лазарева Тетяна Анатоліївна:** ORCID: 0000-0003-4435-3345; Lazareva\_t.a@ukr.net; доктор педагогічних наук, професор кафедри харчових та хімічних технологій; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

В статті розглянуто питання формування понятійного мислення у майбутніх фахівців хімічної галузі. Визначено, що понятійне мислення може бути розглянуто як зміст, так і спосіб мислення. Встановлено три види понятійних здатностей, а саме семантичні, категоріальні та концептуальні здатності, формування та розвиток яких створює умови для сучасної професійної підготовки майбутніх фахівців хімічної галузі. Теоретично обґрунтовано та розроблено концептуальну модель поняття «Обладнання», яке використовують у хімічних технологіях. Для визначення множини ознак обладнання можуть бути застосовані контрольні питання. Теоретично обґрунтовано множини ознак призначення обладнання для проведення механічних та гідромеханічних, теплових та холодильних процесів, хімічних та масообмінних процесів. Встановлено ієрархічну множини ознак складу та будови обладнання, а саме множини ознак поняття «джерело руху», «живильний пристрій», «передавальний механізм», «виконавчий механізм», «робочий орган», «засіб керування», «засіб регулювання», «засіб захисту», «засіб сигналізації», «пристрій безпеки експлуатації». Обґрунтовано розробку множини ознак механізму та принципу дії обладнання. Визначено ознаки характеристик, критеріїв та параметрів обладнання, а саме геометричні, фізико-механічні, конструкторсько-технологічні, надійності та довговічності, енергетичні, експлуатаційні, економічні, стандартизації та уніфікації, транспортабельності та зберігання, екологічні, безпеки, естетичні та ергономічні, які враховують при виборі обладнання у хімічних технологіях.

**Ключові слова:** професійна підготовка майбутніх фахівців хімічної галузі, розвиток понятійних здатностей, концептуальна модель, множина ознак призначення, складу та будови, принципів та механізму дії, характеристик, критеріїв та параметрів обладнання, механічне, гідромеханічне, теплове, холодильне, хімічне та масообмінне обладнання.

**Шапошник А. Н., Лазарева Т. А.** «Формирование концептуальной модели понятия «оборудование».

В статье рассмотрены вопросы формирования понятийного мышления у будущих специалистов химической отрасли. Понятийное мышление может быть рассмотрено как содержание, так и способ мышления. Выявлено три вида понятийных способностей, а именно семантические, категориальные и концептуальные способности, формирование и развитие которых создает условия для современной профессиональной подготовки будущих специалистов химической отрасли. Теоретически обоснована и разработана концептуальная модель понятия «Оборудование», которое используют в химических технологиях. Для определения множества признаков оборудования могут быть применены контрольные вопросы. Теоретически обосновано множества признаков назначения оборудования для проведения механических и гидромеханических, тепловых и

холодильных процессов, химических и массообменных процессов. Предложено структуру множества признаков состава и строения оборудования, а именно множество признаков понятия «источник движения», «питающее устройство», «передаточный механизм», «исполнительный механизм», «рабочий орган», «средство управления», «средство регулирования», « средство защиты »,« средство сигнализации »,« устройство безопасности эксплуатации». Обосновано разработку множества признаков механизма и принципа действия оборудования. Определены характеристики, критерии и параметры оборудования, а именно геометрические, физико-механические, конструкторско - технологические, надежности и долговечности, энергетические, эксплуатационные, экономические, стандартизации и унификации, транспортабельности и хранения, экологические, безопасности, эстетические и эргономические, которые учитывают при выборе оборудования в химических технологиях.

**Ключевые слова:** профессиональная подготовка будущих специалистов химической отрасли, развитие понятийных способностей, концептуальная модель, множество признаков назначения, состава и строения, принципов и механизма действия, характеристик, критериев и параметров оборудования, механическое, гидромеханическое, тепловое, холодильное, химическое и массообменное оборудование.

**Shaposhnyk A. M., Lazariyeva T. A.** "Development of a conceptual model of the notion of "Chemical Technology Equipment"

The article deals with the development of conceptual thinking of future specialists in the chemical industry. Conceptual thinking can be considered as the content or a way of thinking. The paper identifies three types of conceptual skills, namely semantic, categorical and conceptual, whose formation and development create the conditions for modern professional training of future specialists in the chemical industry. The article also theoretically substantiates and presents a conceptual model of the notion of "Chemical Technology Equipment". Control questions may be applied to determine a number of characteristics of the equipment. The authors theoretically substantiated a number of the characteristics of the functions of the equipment to carry out mechanical and hydro-mechanical, thermal and refrigeration processes, as well as chemical mass transfer processes. The paper suggests a set of characteristics of the structure of the equipment, namely a number of characteristics of the concepts of "traffic source", "power supply device", "gear", "actuator", "working body", "management tool", " regulation tool", "protection tool", "alarm tool", "operation safety device". The development of a number of characteristics of the mechanisms and principles of operation of the equipment was justified. The article defines characteristics, criteria and parameters of the equipment, namely geometric, physical and mechanical, technological, reliability and durability, power, operational, economic, standardization and unification, transportability and storage, environmental, safety, aesthetic and ergonomic, which are taken into account while selecting chemical technology equipment.

**Keywords:** professional training of future specialists in the chemical industry, development of conceptual skills, conceptual model, a number of function characteristics, composition and structure, principles and mechanisms, characteristics, criteria and parameters of the equipment, mechanical, hydro-mechanical, thermal, refrigeration, chemical and mass transfer equipment.

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах розвитку та накоплення інформації найбільш складною дією стає її обробка та структуризація для подальшої роботи. Швидке збільшення інформації приводить до пошуку нових шляхів сприйняття, обробки та використання її. Крім того, у кожній галузі з'являються нові знання та поняття, утворюються нові зв'язки та відношення. Стає необхідним пошук властивостей, характеристик, за якими можливий процес узагальнення понять та їх групування.

Такі процеси необхідно враховувати у підготовки майбутніх фахівців до професійної діяльності, що спрямовує діяльність викладача на розвиток у студентів понятійного мислення.

За визначенням М. Холодної «понятійне мислення – це пізнавальний психічний процес, що забезпечує опосередковане і узагальнене відображення істотних (релевантних, об'єктивно значущих) аспектів того, що відбувається і можливість появи нового знання, яке раніше не було представлено в індивідуальному досвіді» [1, с. 226]. Отже, понятійне мислення можна розглядати як зміст, і як спосіб мислення людини. Таке мислення визначає успішність інтелектуальної діяльності, мислення і всієї життєдіяльності в цілому. Від того, на якому рівні розвитку понятійних здібностей знаходяться майбутні фахівці, можна стверджувати про рівень їх індивідуального інтелектуального ресурсу.

Отже, формування понять та розвиток понятійного мислення є однією із задач професійної підготовки майбутніх фахівців, зокрема фахівців хімічної галузі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми формування понять та розвитку понятійного мислення розглядаються як вітчизняними, так і зарубіжними психологами. Дослідженню проблеми психології понять присвячені праці А. Брушлинського, Дж. Брунера, Л. Виготського, Ф. Важиної, Г. Вергелеса, В. Давидова, З. Калмикова, Л. Матвеевої, Н. Менчинської, С. Рубінштейна, Н. Чуприкової, М. Холодної, а також L. Bourne, D. Khaneman, A. Tversky, R. Sternberg, F. Restle та ін.

Так, Л. Виготський виділяє два напрями формування понять: від часткового до загального і від загального до часткового, що здійснюються одночасно та утворюють «піраміду понять» [2, с. 167].

У своїх дослідженнях Дж. Брунер більше уваги присвятив процесу оволодіння поняттям та виявленні властивостей об'єктів, які можуть бути згруповані у відповідні категорії [3]. Роботи Л. Веккера спрямовані на вивчення особливостей функціонування понятійного мислення та розуміння інтелекту [4, с. 181].

В роботах О. Харви, Д. Ханта, и Х.Шрьодера розглянута класифікація рівнів розвитку понятійної системи. Так, на першому рівні проявляється ізолюваність окремих понять, спостерігаються мінімальні прояви їх диференціації та інтеграції. На другому рівні здійснюється зростання диференціації понять, проте недостатня їх інтеграція. Для третього рівня характерні помірні показники диференціації та інтеграції понять. Четвертий рівень характеризується максимально високими показниками диференціації та інтеграції понять. Крім того, дослідження О.Харві і співавторів були спрямовані на виявлення зв'язку понятійного мислення і стану ментального досвіду особистості: рівень розвитку понятійних здібностей впливає на когнітивну складову, а також на адаптивність особистості та успішність її соціальних взаємодій.

За результатами досліджень М. Холодної понятійне мислення впливає на інтелектуальну і особистісну сферу людини за рахунок функціонування концептуальних структур. Вона визначає наступні ознаки розвинутої концептуальної структури, а саме [5, с.83]:

- 1) різнорівневий характер організації (наявність ієрархії семантичних ознак різного ступеня спільності);
- 2) процес зворотного словесно-образного перекладу (актуалізація образних схем різного ступеня узагальненості);
- 3) складність когнітивної будови (взаємодія різних модальностей і когнітивних механізмів у процесах переробки інформації);
- 4) системність (наявність взаємозв'язків та відношень концептів).

М. Холодна виявляє три види понятійних здатностей, а саме семантичні здатності (засвоєння, зберігання і актуалізація змісту словесних знаків), категоріальні здатності (виділення і оперування категоріальними ознаками різного ступеня узагальненості) та концептуальні здатності (поява нового ментального змісту).

Результати досліджень, які отримані психологами, повинні бути впроваджені в педагогічний процес професійної підготовки майбутніх фахівців, зокрема фахівців хімічної галузі.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та формування концептуальної моделі поняття «обладнання хімічних технологій» у підготовці майбутніх фахівців хімічного профілю.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Впровадження інноваційних хімічних технологій та обладнання у виробництві багатьох хімічних речовин актуалізує проблему відповідної підготовки висококваліфікованих фахівців хімічного профілю, який повинен бути конкурентоспроможним, володіти сучасними знаннями та досягненнями науки і технологій, бути технічно і технологічно компетентним, повинен мати як спеціалізовані, так і між- та мульти- дисциплінарні знання, вміння, навички та компетенції, володіти системним і глобальним мисленням.

Сучасні фахівці повинні бути готовими ефективно діяти на різних ланках хімічних виробництв та виконувати завдання технологічного, організаційного, експлуатаційного, проектувального характеру. Фахівці хімічного профілю повинні володіти знаннями в галузі сировини, матеріалів та хімічних речовин, хімічних реакції та технологічних процесів, обладнання та його експлуатації, структури хіміко-технологічних систем. Технологічні особливості хімічних виробництв зумовлюють застосування та експлуатацію різних видів обладнання: механічного, гідромеханічного, теплового, масообмінного та хімічного. У зв'язку із цим виникає проблема формування системи понять у процесі підготовки майбутніх фахівців хімічного профілю. Для цього виділяють ознаки предмета, що розглядається, за допомогою логічних прийомів порівняння, аналізу, синтезу, абстрагування та узагальнення. За сукупністю суттєвих ознак предмета встановлюють зміст поняття. А множина предметів одного поняття визначає його обсяг.

Визначимо зміст та обсяг поняття «обладнання» з метою навчання майбутніх фахівців хімічного профілю, розвитку їх понятійного мислення та розширення інформаційного ресурсу.

Для встановлення суттєвих ознак обладнання, що застосовується у хімічній галузі, будемо використовувати такі питання: що?, навіщо?, як?, чому?, коли? [6].

Питання «навіщо?» будемо застосовувати з метою встановлення системи понять призначення обладнання, яке конкретизуємо за допомогою додаткових питань цієї ж категорії, а саме:

- Навіщо таке обладнання?
- Для чого призначено обладнання?
- Для чого призначені елементи обладнання?
- З якою метою застосовують обладнання?
- Який ефект від виконання дії обладнання?
- Які задачі вирішуються обладнанням?
- Які задачі вирішуються елементами обладнання?

Так, питання «що?» ставимо з метою встановлення системи понять будови та складу елементів обладнання, а саме:

- Як побудоване обладнання?
- З яких технологічних частин складається обладнання?
- З яких вузлів складається обладнання?
- З яких елементів складається обладнання?
- Де розміщуються елементи обладнання?
- Що являє собою елемент чи деталь обладнання?

Для встановлення системи понять механізму та принципу дії обладнання будемо застосовувати питання «як?» та «чому?», конкретизуючи за допомогою додаткових питань, а саме:

- Як це обладнання працює?
- Як це зробити?
- Яку дію виконує елемент обладнання?
- Які функції виконує обладнання?
- Які функції виконує елемент обладнання?

- Який принцип роботи обладнання?
- Який принцип роботи елемента обладнання?
- Як реалізується принцип роботи обладнання?
- За яким механізмом здійснюється робота обладнання?

Питання «коли?» будемо застосовувати для встановлення системи понять характеристик та параметрів обладнання, яке може бути визначено завдяки таким додатковим питанням:

- За яких умов та коли працює обладнання?
- Які вхідні параметри обладнання обумовлюють його роботу?
- Які вихідні параметри обладнання контролюють?
- Яка тривалість роботи обладнання?
- В яких режимах працює обладнання?
- Які режими роботи забезпечують елементи обладнання?

Відповіді на ці питання дозволять отримати систему ознак поняття «обладнання», що застосовується у хімічній галузі. Таким чином, можна встановити множину ознак, а саме (рис.1): *R* – множину ознак призначення; *S* – множину ознак складу та будови обладнання; *D* – множину ознак принципу та механізму дії обладнання; *H* – множину ознак характеристик та параметрів обладнання.

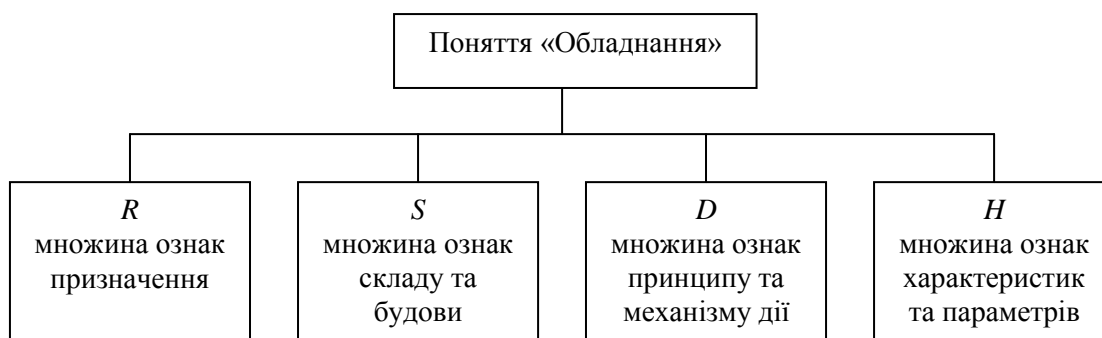


Рис. 1. Ознаки поняття «обладнання»

Встановимо множину ознак призначення для поняття «обладнання», користуючись переліком визначених питань. В хімічній галузі для проведення технологічних процесів застосовують обладнання, яке дозволяє вирішувати виробничі задачі та мають різний ефект. Так, на питання «Які задачі вирішуються обладнанням у хімічній галузі?» встановлюємо, що виділяють обладнання, яке призначене для здійснення в ньому хімічних, фізичних або фізико-хімічних процесів (розчинення, випаровування, ректифікація, абсорбція, адсорбція, сепарація, фільтрація, хімічна реакція, теплообмін тощо), а також для зберігання чи переміщення в них різноманітних речовин [7 - 9, 12, 13]. Таке обладнання називають технологічними *апаратами*. У хімічній галузі апарати дозволяють здійснити процеси нагрівання та охолодження сумішей, видалення вологи та розподілу сумішей на складові, а також хімічні процеси, що супроводжуються хімічними перетвореннями [7 - 9, 12, 13]. Виділяють обладнання, а саме *технологічні машини*, які призначені для змінювання розмірів, форми, властивостей або стану предмета обробки (сировини), поділу неоднорідних середовищ. Також, у хімічній галузі застосовують *транспортні засоби* для передавання речовин з одного апарата в інший.

Обладнання у хімічній галузі застосовують з метою проведення технологічних операцій та процесів, в результаті яких отримують кінцевий продукт. Таке обладнання є основним. Те обладнання, яке призначене для здійснення додаткових виробничих процесів, є допоміжним.

Згідно отриманого ефекту та задачі, що вирішується застосуванням обладнання виділяємо множину ознак призначення, а саме:

- $R_1$  – ознаки обладнання для проведення механічних та гідромеханічних процесів;
- $R_2$  – ознаки обладнання для проведення теплових та холодильних процесів;
- $R_3$  – ознаки обладнання для проведення хімічних процесів;
- $R_4$  – ознаки обладнання для проведення масообмінних процесів.

Визначимо множину ознак складу та будови обладнання за допомогою питань «Як побудоване обладнання? З яких технологічних частин складається обладнання?». Конструкція машин та апаратів включає деталі, вузли та механізми. Основними складовими частинами машин та апаратів є: джерела руху, живильні пристрої, передавальні і виконавчі механізми, робочі органи, які об'єднані в єдине ціле загальною станиною або корпусом, засоби керування, регулювання, захисту, сигналізації, а також пристрої, що забезпечують безпеку експлуатації [7 - 9, 12, 13]. Виділені ознаки представляють собою множину, яка отримується шляхом деталізації та розбирання елемента обладнання. Наприклад, розглянемо конструкцію виконавчого механізму, який виконує безпосередньо той процес, для якого призначена машина та апарат і передає рух робочим органам. Він складається з робочої камери, робочих органів, пристроїв подачі продукту в камеру і видалення з неї, а також пристрою для переміщення продукту вздовж камери. Виконавчий механізм має ведучу і ведену ланки. Ведуча ланка з'єднується з приводом машини, а ведена – з робочими органами [7 - 9]. Таким чином, можна отримати ієрархічну систему поняття «виконавчий механізм» розглядаючи елементи на кожному рівні ієрархії.

Згідно цього положення, сформуємо ознаки складу та будови обладнання та виділимо наступне:

- $S_1$  – множина ознак поняття «джерело руху»;
- $S_2$  – множина ознак поняття «живильний пристрій»;
- $S_3$  – множина ознак поняття «передавальний механізм»;
- $S_4$  – множина ознак поняття «виконавчий механізм»;
- $S_5$  – множина ознак поняття «робочий орган»;
- $S_6$  – множина ознак поняття «засіб керування»;
- $S_7$  – множина ознак поняття «засіб регулювання»;
- $S_8$  – множина ознак поняття «засіб захисту»;
- $S_9$  – множина ознак поняття «засіб сигналізації»;
- $S_{10}$  – множина ознак поняття «пристрій безпеки експлуатації».

Розглянемо та розробимо систему понять принципу та механізму дії обладнання за допомогою питань «Які функції виконує обладнання?», «Який принцип роботи обладнання?», «За яким механізмом здійснюється робота обладнання?».

В хімічній галузі перетворення сировини у кінцевий продукт часто починається з механічного процесу зміни форми, розмірів, збільшення поверхні сировини. Застосування подрібненої сировини дозволяє прискорити процеси хімічного перетворення, розчинення, змішування, екстрагування, нагрівання та ін.

Процес зменшення розмірів часток матеріалу відбувається в обладнанні, в якому можливі такі способи подрібнення, як роздавлювання, розколювання, розламування, різання, розпилювання, стирання, удар [10].

Наступним етапом перетворення сировини є розділення однорідних сипких матеріалів за розмірами кусків або часток. Просіювання сипкого матеріалу може здійснюватися: **механічним** способом при русі кусків (або часток) сировини по робочій поверхні обладнання; **повітряною** сепарацією шляхом розподілу сипкого матеріалу на фракції під дією гравітаційних і відцентрових сил; **гідралічним** способом шляхом розділення суміші на фракції за величиною швидкості осадження часток у рідині (воді) під дією гравітаційно-інерційних сил.

Для отримання однорідної за складом суміші твердих речовин застосовують обладнання для змішування, принципом дії якого є [11]:

- гравітаційне (змішування відбувається під дією сили тяжіння матеріалу, що підіймається лопатями обладнання, падає і при цьому змішується);
- відцентрове (змішування матеріалу відбувається під дією відцентрових сил);

- циркуляційне (змішування відбувається завдяки переходу сипкого матеріалу в псевдозріджений стан за допомогою ротора, що швидко обертається);
- пневматичне змішування (процес змішування досягається за рахунок протікання повітряного потоку).

Перемішування рідких речовин здійснюється завдяки обладнанню, в якому реалізується механічний (перемішування здійснюється різними обертовими пристроями), пневматичний (через шар рідини пропускають газ) або гідравлічний (потоки речовин перемішуються при їх спільному русі в каналі) принцип дії.

Для транспортування рідких та газоподібних речовин в хімічній промисловості застосовують обладнання, в якому реалізуються наступні принципи:

- транспортування рідини здійснюється під дією відцентрованих сил, що виникають при обертанні робочого колеса з лопатями, розміщеного в спіралеподібному корпусі;
- переміщення рідини за рахунок змінення об'єму робочої камери завдяки зворотно-поступальному або обертальному руху робочого органу;
- рух рідини здійснюється завдяки підйомній силі, що виникає при обертанні лопатей робочого колеса;
- переміщення рідини здійснюється завдяки енергії вихрового руху рідини.

В хімічній технології виробництва багатьох речовин застосовують процеси розділення неоднорідних систем фізичними методами. В такому обладнанні використовуються принципи та механізми дії, а саме:

- розділення неоднорідних систем під дією сили тяжіння, інерції, електростатичних та відцентрованих сил;
- розділення неоднорідних систем в електромагнітних полях;
- процес розділення здійснюється за допомогою пористої перегородки, які затримують одні фази цих систем і пропускають інші.

При виборі обладнання за принципом дії бажано враховувати властивості неоднорідних рідких та газових систем таких, як розміри частинок, щільність та в'язкість.

Виробництво хімічних речовин обов'язково здійснюється при нагріванні, охолодженні, випарюванні, конденсації. Проведення таких теплових процесів обумовлює вибір обладнання, в якому реалізуються необхідні принципи дії та механізми. В тепловому обладнанні передача тепла від одного тіла іншому може здійснюватися за рахунок теплопровідності, тепловим випромінюванням та конвекцією. Випарювання як тепловий процес використовують для концентрування розчинів шляхом видалення зайвої рідини. Цей процес може бути здійснено при атмосферному та надлишковому тиску або під вакуумом. Процес охолодження проводять за рахунок випаровування низько киплячих рідин, а також за рахунок розширення попередньо стиснутих газів.

Значна кількість хімічних технологій пов'язана із проведенням процесів масопередачі, а саме абсорбція, адсорбція, екстракція, ректифікація, сушка, кристалізація. Ці процеси характеризуються переносом одного або декількох компонентів вихідної суміші з однієї фази в іншу через поверхню розділу фаз. Так, для проведення процесу абсорбції реалізується механізм переходу речовини з газової фази в рідку. Адсорбція проводиться за механізмом поглинання газу твердим пористим компонентом. Ректифікація здійснюється шляхом розділення гомогенних рідких сумішей завдяки багаторазового обміну між рідким компонентом та паровою фазою. Сушіння проводиться завдяки нагріванню та випаровування зайвої вологи із твердих матеріалів. Кристалізація речовин здійснюється за механізмом виділення твердої фази у вигляді кристалів, переходу речовини із рідкої фази в тверду за рахунок зміни розчинності. Механізм проведення екстракції пов'язаний з процесом переносу розчиненої речовини з однієї рідкої фази в іншу, яка з нею не змішується або обмежено змішується.

Отже, встановлено ознаки поняття принципу дії та механізму роботи обладнання для хімічних технологій. Ці ознаки обумовлюють будову та склад обладнання, визначають його призначення (рис. 2).

Обґрунтуємо множину ознак характеристик та параметрів роботи обладнання, відповідаючи на питання «Які параметри обладнання обумовлюють його роботу?». В роботі [14] встановлена система критеріїв, параметрів та характеристик роботи обладнання, яка може бути запропонована для встановлення множини ознак. Отже, для надання характеристики роботи обладнання будемо використовувати такі критерії та параметри, як [14] (рис. 3):

- геометричні (довжина, ширина, висота, товщина, діаметр отворів, площа перетину, об'єм та ін.);
- фізико-механічні (маса конструкції, окремих деталей та вузлів, матеріалоемність, міцність, пружність, щільність, жорсткість, пластичність, корозійна стійкість);
- конструкторсько – технологічні (технологічність виготовлення, трудомісткість, складність конструкції, точність виконання операцій, багатофункціональність, швидкість руху, частота обертання, вид робочого органу, пропускну здатність, питома навантаження, коефіцієнт заповнення, коефіцієнт конструкторської сприймальності);
- надійності та довговічності (безвідмовність, збереженість, довговічність, технічна надійність, середній технологічний ресурс, роботоздатність, ремонтпригодність, термін служби, зносостійкість);
- енергетичні (робота, сила (різання, тертя та ін.), зусилля, напір, напруга, вид енергії, потужність, коефіцієнт корисної дії);
- експлуатаційні (продуктивність, точність та якість обладнання, стабільність параметрів, ступінь спеціалізації, простота та доступність обслуговування, зручність обслуговування);
- економічні (собівартість, трудовитрати на виробництво та експлуатацію, рентабельність, ресурсовитрати, ціна, витрати енергії, конкурентоспроможність, втрати);
- стандартизації та уніфікації (коефіцієнт стандартизації, коефіцієнт застосування, коефіцієнт уніфікації, коефіцієнт взаємозамінності, коефіцієнт нормалізації);
- транспортабельності та зберігання (середня тривалість і вартість підготовки до перевезень, середня тривалість і вартість вантажно-розвантажувальних робіт, середня матеріаломісткість пакування, гарантійний термін зберігання, гарантійний термін придатності);
- екологічні (вміст шкідливий домішок, що викидаються в навколишнє середовище під час експлуатації обладнання, ймовірність забруднення шкідливими відходами при зберіганні, транспортуванні, експлуатації обладнання);
- безпеки (шум, вібрація, вологість, температура, випромінювання, запиленість, радіація, освітленість, ймовірність безпечної роботи людини при експлуатації, швидкість дії при спрацюванні захисних пристроїв, електрична надійність обладнання);
- естетичні (зовнішній вигляд, цілісність об'єкту, гармонійність конструкції, відповідність стилю, пропорційність, тектонічність, масштабність);
- ергономічні (гігієнічність, антропометричні параметри, фізіологічні, психофізіологічні та психологічні властивості зв'язків системи «чоловік-машина»).



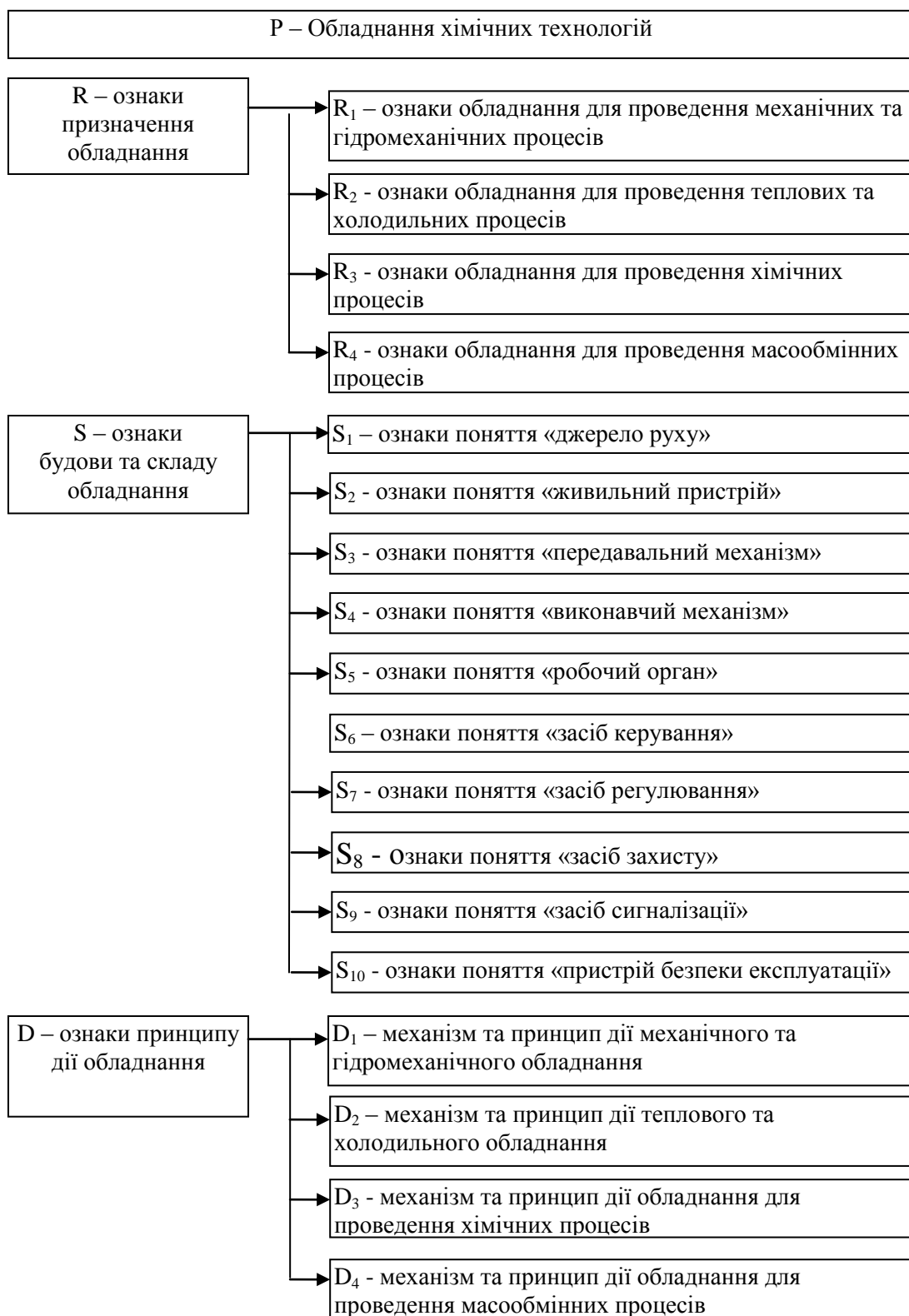


Рис. 2. Концептуальна модель поняття «Обладнання хімічних технологій»: призначення, будова та принцип дії

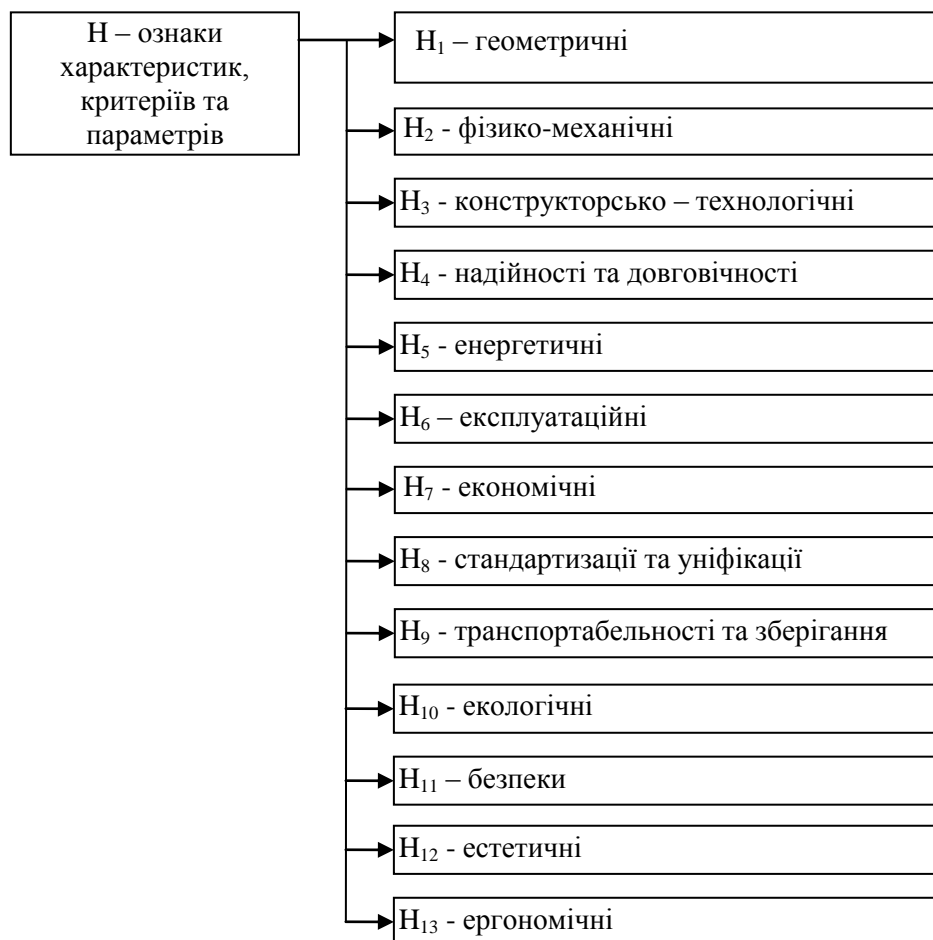


Рис. 3. Концептуальна модель поняття «Обладнання хімічних технологій»: характеристики, критерії та параметри

**Висновки з проведеного дослідження.** Теоретично обґрунтовано та розроблено концептуальну модель поняття «Обладнання хімічних технологій». Встановлення системи ознак призначення, структури, складу, побудови або конструкції, принципів і механізмів дії та функціонування, характеристик, критеріїв та параметрів створює оптимальні умови для засвоєння, зберігання, актуалізації змісту навчання, виділення і оперування ознаками різного рівня узагальненості та появи нового змісту навчання. Формування ієрархічної системи понять дозволяє розвивати системне та понятійне мислення, що створює необхідні умови для професійного становлення майбутніх фахівців.

**Перспективи подальших розробок.** У подальших дослідженнях необхідним є обґрунтування та розробка концептуальних моделей формування понять «хіміко-технологічні системи» для підготовки майбутніх фахівців хімічного профілю.

#### Список використаних джерел

1. Холодная М. А. Психология понятийного мышления: От концептуальных структур к понятийным способностям / М. А. Холодная. – М. : Изд-во "Институт психологии РАН", 2012. – 288 с.
2. Выготский Л. С. Собрание сочинения : в 6-ти т. Т. 6: Научное наследие / Л. С. Выготский ; под ред. М. Г. Ярошевского. – М. : Педагогика, 1984. – 400 с.
3. Брунер Дж. Психология познания. За пределами непосредственной информации / Дж. Брунер. – М. : Прогресс, 1977. – 413 с.
4. Веккер Л. М. Психика и реальность: единая теория психических процессов / Л. М. Веккер. – М. : Смысл, 1998. – 685 с.

5. Холодная М. А. Интегральные структуры понятийного мышления / М. А. Холодная. – Томск : Изд-во Томского ун-та, 1983. – 190 с.
6. Гаврилова Т. А. Об одном методе классификации визуальных моделей / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, И. А. Лещева, Я. Ю. Павлов // Бизнес-информатика. – 2013. – № 4(26). – С. 21-34.
7. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – М. : Химиздат, 1961. – 830 с.
8. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию / Ю. И. Дытнерский. – М. : Химия, 1991. – 496 с.
9. Процессы и аппараты химической промышленности / П. Г. Романков, М. И. Курочкина, Ю. Я. Мозжерин [и др.]. – Л. : Химия, 1989. – 560 с.
10. Тertiшній О. О. Механічні процеси в хімічній технології / О. О. Тertiшній, С. О. Опарін, П. В. Рябік. – Дніпропетровськ : ДВНЗ УДХТУ, 2015. – 215 с.
11. Бакалов В. Г. Змішувачі для сипких матеріалів і методи оцінювання якості суміші : моногр. / В. Г. Бакалов. – Чернігів : ЧДТУ, 2013. – 159 с
12. Кутепов А. М. Общая химическая технология / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. – М. : Высшая школа, 1985. – 448 с.
13. Иванов С. В. Загальна хімічна технологія : навч.-метод. комплекс / С. В. Иванов, П. С. Борсук, Н. М. Манчук. – Київ : НАУ, 2008. – 288 с.
14. Лазарева Т. А. Підготовка майбутніх інженерів-технологів харчової галузі до творчої професійної діяльності : монографія / Т. А. Лазарева. – Харків : Право, 2014. – 528 с.

#### References

1. Holodnaja, MA 2012, *Psihologija ponjatijnogo myshlenija: Ot konceptualnyh struktur k ponjatijnym sposobnostjam*, [Psychology of conceptual thinking: From conceptual structures to conceptual abilities] Izdatelstvo Institut psihologii Rossijskoj akademii nauk, Moskva.
2. Vygotskij, LS 1984, *Sobranie sochinenija : [Collected Works] v 6-ti tomah, vol. 6 Nauchnoe nasledstvo*, Pedagogika, Moskva.
3. Bruner, Dzh 1977, *Psihologija poznaniya. Za predelami neposredstvennoj informacii*, [Psychology of cognition. Beyond direct information] Progress, Moskva.
4. Vekker, LM 1998, *Psihika i realnost: edinaja teorija psicheskikh processov*, [Psychic and reality: a unified theory of mental processes] Smysl, Moskva.
5. Holodnaja, MA 1983, *Integralnye struktury ponjatijnogo myshlenija*, [Integral structures of conceptual thinking] Izdatelstvo Tomskogo universiteta, Tomsk.
6. Gavrilova, TA, Kudrjavcev, DV, Leshheva, IA & Pavlov, JaJu 2013, ‘Ob odnom metode klassifikacii vizualnyh modelej’, [About one method of classifying visual models] *Biznes-informatika*, no. 4(26), pp. 21-34.
7. Kasatkin, AG 1961, *Osnovnye processy i apparaty himicheskoy tehnologii*, [Basic processes and apparatuses of chemical technology] Himizdat, Moskva.
8. Dytnerskij, JuI 1991, *Osnovnye processy i apparaty himicheskoy tehnologii : posobie po proektirovaniju*, [Main processes and devices of chemical technology: design manual] Himija, Moskva.
9. Romankov, PG, Kurochkina, MI, Mozzherin, JuJa et al. 1989, *Processy i apparaty himicheskoy promyshlennosti*, [Processes and apparatus of the chemical industry] Himija, Leningrad.
10. Tertyshnyy, OO, Oparin, SO & Ryabik, PV 2015, *Mekhanichni protsesy v khimichnyy tekhnolohiyi*, [Mechanical processes in chemical technology] Derzhavnyy vishchyy navchalnyy zaklad Ukrainyyskyy derzhavnyy khimiko-tekhnolohichnyy universytet, Dnipropetrovsk.
11. Bakalov, VH 2013, *Zmishuvachi dlya sypkikh materialiv i metody otsinyuvannya yakosti sumishi*, [Filler mixers and methods for measuring the quality of the mixture] Chernihivskyy natsionalnyy tekhnolohichnyy universytet, Chernihiv.
12. Kutepov, AM, Bondareva, TI & Berengarten, MG 1985, *Obshhaja himicheskaja tehnologija*, [General chemical technology] Vysshaja shkola, Moskva.
13. Ivanov, SV, Borsuk, PS & Manchuk, NM 2008, *Zahalna khimichna tekhnolohiya*, [General chemical technology] Natsionalnyy aviatsiynnyy universytet, Kyiv.
14. Lazaryeva, TA 2014, *Pidhotovka maybutnikh inzheneriv-tekhnolohiv kharchovoyi haluzi do tvorchoyi profesiynoi diyalnosti*, [Training future engineer-technologists in the food industry to creative professional activities] Pravo, Kharkiv.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2017р.