УДК 378.147: 372.853

DOI 10.31494/2412-9208-2021-1-2-168-176

CONCEPTUAL PRINCIPLES OF TRAINING FUTURE SPECIALISTS IN THE FIELD OF NANOMATERIALS FOR PRODUCTIVE PROFESSIONAL ACTIVITY

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ НАНОМАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ДО ПРОДУКТИВНОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Ihor BOHDANOV,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Professor

BogdanovBDPU@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3035-7989>

Yana SUCHIKOVA,

Doctor of Technical Sciences,
Professor

yanasuchikova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4537-966X>

Iryna BARDUS,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Professor

irina.bardus@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8682-7791>

Igor БОГДАНОВ,

доктор педагогічних наук,
професор

Яна СИЧІКОВА,

доктор технічних наук, професор

Ірина БАРДУС,

доктор педагогічних наук,
професор

*Berdyansk State Pedagogical
University*

✉ *street Schmidt, 4*

*Berdyansk, Zaporizhzhia region,
71100*

*Бердянський державний
педагогічний університет*

✉ *вул. Шмідта, 4*

*м. Бердянськ, Запорізька обл.,
71100*

Original manuscript received: July 23, 2021

Revised manuscript accepted: September 15, 2021

ABSTRACT

The article is devoted to the actual problem of improving the quality of professional training of future specialists in the field of nanomaterials to productive activities, namely the development of conceptual foundations for building an appropriate methodological system. The article proposes a conceptual idea of the study, which assumes that improving the quality of training of future specialists in nanotechnology will increase under the condition of systematic philosophical-natural-mathematical fundamentalization of learning content, as well as their involvement in productive synthesis of innovative nanomaterials based on dual education. The article highlights the conceptual principles of training future specialists in the field of nanotechnology for productive professional activity. In particular, methodological and theoretical bases of development of methodical system of fundamental professional training of future specialists for productive professional activity are given. General scientific methods of cognition, as well as systemic, competence-based, activity-

based, integrative, prognostic, synergetic methodological approaches are determined by the methodological foundations. The theoretical foundations of the substantiation and development of the methodological system are determined by the philosophical provisions of the theory of knowledge, the general scientific provisions of the system approach, the psychological provisions of the theory of personality, the theory of creativity, models of knowledge representation, pedagogical laws, regularities, and principles of teaching. Based on the conceptual idea and theoretical and methodological principles defined organizational and pedagogical conditions, compliance with which in developing goals, content, methods, tools and forms of teaching methodological system of fundamental training of future professionals in nanomaterials will ensure the effectiveness of the formation of their professional competence to perform productive activities.

Key words: *nanotechnologies, professional training, fundamentalization, productive activity, system approach.*

Вступ. На сьогоднішній день розвиток нанотехнологій є пріоритетним напрямом економічної політики більшості країн світу, зокрема й України. У зв'язку з цим перед системою вищої освіти постає завдання підготовки компетентних фахівців у галузі наноматеріалознавства, здатних творчо застосовувати на практиці новітні досягнення сучасної науки, створювати та використовувати інноваційні наноматеріали і впроваджувати нанотехнології (Suchikova, 2021). Однак цей процес в умовах традиційної системи освіти наразі пов'язаний з низкою недоліків, основними з яких є: фрагментарний та несистемний характер професійної спрямованості, інтеграції й фундаменталізації змісту навчання; переважно репродуктивна навчально-пізнавальна діяльність студентів, спрямована на оволодіння вже наявними нанотехнологіями; недостатність досвіду науково-дослідної продуктивної діяльності в лабораторіях із синтезу наноматеріалів і вивчення їх властивостей, і, як результат, маємо недостатній рівень сформованості професійної компетентності фахівця в галузі нанотехнологій.

Подолати ці недоліки та підвищити якість підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства до продуктивної діяльності, на нашу думку, можливо шляхом розроблення відповідної методичної системи на засадах системної фундаменталізації та дуалізації навчання.

Проте, як показав аналіз досліджень, присвячених методиці навчання нанотехнологій майбутніх фахівців різних спеціальностей у закладах вищої педагогічної (С. Величко, Н. Валько, О. Завражна, Ю. Ткаченко, Г. Шойинбаєва, В. Шарощенко) та технічної (С. Даньшева, Т. Куценко, М. Михайлюк, Г. Подус, Д. Череднік) освіти, теоретико-методологічні засади розроблення методичної системи фундаменталізованої професійної підготовки до продуктивної професійної діяльності із синтезу інноваційних наноматеріалів потребують нагального розв'язання.

На нерозробленість означеної проблеми також вказує і відсутність стандарту вищої освіти для спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали для другого (магістерського) рівня.

Метою статті є теоретико-методологічне обґрунтування концептуальних засад підготовки майбутніх фахівців у галузі нанотехнологій до продуктивної професійної діяльності із синтезу нових наноматеріалів.

Методи та методики дослідження. Підґрунтям для визначення концептуальних засад професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства є робота І. Бардус (Бардус, 2018), у якій подано концепцію контекстної системної фундаменталізації професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій, що після адаптації під відповідну предметну область була покладена в основу провідної ідеї підготовки майбутніх нанотехнологів; а також дослідження Я. Сичікової і І. Богданова (Сичікова, 2019), в якому систематизовано існуючі наноматеріали, їх властивості та галузі використання; розроблено функціональну модель і методи синтезу наноматеріалів із заданими властивостями, що дозволило визначити теоретичні (природничо-математичні) засади розробки цілей, змісту, методів і засобів навчання цих фахівців.

Методологічне обґрунтування й розроблення методичної системи базується на фундаментальних категоріях, принципах і законах філософії, положеннях діалектико-матеріалістичного підходу, філософських положеннях принципу причинно-наслідковості, загальнонаукових методах пізнання (М. Бунге, В. Петрушенко, О. Сичивица, А. Спіркін, І. Фролов, С. Щерба, В. Шинкарук) та методологічних підходах: системному (С. Архангельський, Ю. Бабанський, В. Беспалько, Х. Броді, В. Гершунський, В. Загвязинський, Т. Ільїна, В. Краєвський, А. Кузнецова, С. Прокоф'єва, З. Решетова, А. Суббето), компетентнісному (А. Вербицький, І. Зимня, І. Зянюк, О. Овчарук, Д. Равен, В. Радкевич, А. Хуторський), діяльнісному (К. Абульханова-Славська, Г. Атанов, Л. Виготський, П. Гальперін, А. Леонтьєв, С. Рубінштейн, Н. Талізїна, В. Шадріков), інтегративному (В. Безрукова, О. Вознюк, С. Гончаренко, Р. Гуревич, І. Козловська), прогностичному (С. Батишев, Б. Гершунський, Р. Гуревич, А. Урсул), синергетичному (М. Богуславський, С. Гончаренко, Г. Дутка, В. Ігнатова, О. Князева, І. Козловська, Г. Хакен, В. Шарко, О. Чалий).

Теоретичне обґрунтування й розроблення методичної системи фундаменталізації професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі нанотехнологій до продуктивної професійної діяльності ґрунтується на філософських положеннях теорії пізнання (П. Алексєєв, А. Панін, А. Зотов, В. Міронов, А. Разін), загальнонаукових положеннях системного підходу (І. Блауберг, А. Уйомов, Е. Юдин); психологічних положеннях теорії особистості, теорії творчості, моделей репрезентації знань (Дж. Андерсон, Л. Виготський, Я. Дитріх, Ф. Клікс, М. Лазарєв, О. Матюшкін, В. Моляко, А. Пайвіо, Я. Пономарьов, С. Рубінштейн, М. Холодна); педагогічних законах, закономірностях та принципах навчання (С. Архангельський, Ю. Бабанський, В. Беспалько, В. Бондар, В. Загвязинський, Я. Коменський, В. Краєвський, І. Лернер, І. Малафіїк,

М. Махмутов, Н. Мойсеюк, В. Ортинський, І. Підласий, П. Підкасистий, М. Скаткин, В. Сластьонін, А. Хуторський).

Результати та дискусії. Розробка концептуальних засад підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства до продуктивної професійної діяльності передбачає висвітлення стратегії розробки відповідної методичної системи. У цьому контексті визначимо концептуальну ідею та теоретико-методологічні засади розроблення цілей, змісту, методів, засобів та форм навчання цих фахівців до продуктивної професійної діяльності.

На основі аналізу професійної діяльності, методів, технологій, властивостей та галузей застосування наноматеріалів, філософських, природничо-математичних і психологічних законів і теорій нами визначено, що майбутній фахівець у галузі нанотехнологій має володіти сукупністю профілізованих філософських, природничо (фізико-хімічних)-математичних та фундаменталізованих галузевих знань, умінь, навичок і професійно важливих якостей. Їх формування обумовлює необхідність розроблення методичної системи професійної підготовки, яка б моделювала реальну професійну діяльність із синтезу інноваційних наноматеріалів на основі фундаментальних філософсько-природничо-математичних законів, теорій і категорій. Це забезпечується системною фундаменталізацією кожного елементу змісту професійно спрямованих дисциплін на основі філософсько-природничо-математичних законів, теорій і категорій, що є концептуальною ідеєю дослідження.

Контекстна системна інтеграція фундаментальних філософсько-природничо-математичних понять з поняттями професійно спрямованих дисциплін має забезпечуватися шляхом конкретизації фундаментальних філософсько-природничо-математичних законів, теорій і понять під час опису наноматеріалів, їх властивостей і галузей застосування; теоретичного обґрунтування структури, властивостей та можливих галузей застосування синтезованих студентами інноваційних зразків наноматеріалів на основі філософських, природничо-математичних законів, теорій і категорій.

Утілення означеної концептуальної ідеї під час розроблення методичної системи фундаментальної професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства нами реалізовано відповідно до зазначених вище методологічних підходів, філософських, природничо-математичних, психологічних та дидактичних законів та теорій.

Системний підхід обумовив необхідність розроблення методичної системи як цілісної структури взаємопов'язаних елементів. Структурно-системний підхід дозволив розробити узагальнені моделі навчальних понять професійно спрямованих дисциплін про базовий матеріал, наноматеріал, технологію синтезу, інструменти синтезу.

Застосування компетентнісного підходу при розробленні методичної системи забезпечує спрямованість усіх її елементів на формування в майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства професійних знань, умінь, навичок та професійно важливих якостей,

необхідних для синтезу інноваційних наноматеріалів, визначення їх властивостей та галузей застосування.

Інтегративний підхід передбачає інтеграцію філософсько-природничо-математичних дисциплін з професійно спрямованими.

За положеннями діяльнісного підходу системна фундаменталізована професійна підготовка майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства забезпечує формування в студентів стійкої системи знань, умінь, навичок у процесі продуктивної навчально-пізнавальної діяльності.

Розроблення методичної системи на засадах прогностичного підходу забезпечує можливість навчання студентів прогнозувати властивості інноваційних наноматеріалів і можливості їх використання.

Застосування синергетичного підходу до розроблення методичної системи контекстної системної фундаменталізованої професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства обумовлює необхідність фундаменталізації професійно спрямованих дисциплін на основі тріади філософсько-природничо-математичних законів, теорій та категорій, що забезпечить підвищення якості оволодіння студентами продуктивною професійною діяльністю.

Теоретичне обґрунтування та розроблення методичної системи контекстної системної фундаменталізованої професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства потребує визначення її педагогічних засад, а саме: законів, закономірностей, принципів дидактики.

Застосування закону соціальної зумовленості цілей, змісту й методів навчання до розроблення методичної системи забезпечує необхідність урахування соціального замовлення на висококваліфікованих конкурентоспроможних фахівців у галузі наноматеріалознавства, здатних до репродуктивної та продуктивної діяльності із синтезу принципово нових зразків наноматеріалів, як системотвірної мети їхньої фундаменталізованої професійної підготовки. Усі елементи методичної системи повинні бути спрямовані на досягнення цієї мети.

Закон розвивального і виховного впливу навчання при розробленні методичної системи вказує на необхідність визначення змісту, методів, дидактичних засобів та форм навчання, спрямованих на розвиток і виховання професійно важливих якостей фахівця у галузі наноматеріалознавства.

Згідно **закону цілісності та єдності педагогічного процесу** всі елементи методичної системи фундаменталізованої професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства до продуктивної діяльності повинні відповідати загальній меті та утворювати одне ціле. Зміни, які здійснюються з одним із елементів системи, приводять до змін усіх інших. Елементи системи повинні бути узгоджені між собою.

Урахування **закону взаємозв'язку і єдності теорії та практики в навчанні** вказує на необхідність конкретизації та

застосування наукових положень щодо синтезу інноваційних зразків наноматеріалів. Залучення студентів до науково-дослідної діяльності на практичних та лабораторних заняттях, при виконанні курсових і дипломних робіт дозволяє аналізувати, обґрунтовувати, узагальнювати, отримувати нові знання під час продуктивної навчальної-пізнавальної діяльності із синтезу наявних та інноваційних зразків наноматеріалів, які вони зможуть використовувати в майбутній професійній діяльності.

Дидактичний закон **активної діяльності** вказує на необхідність її організації зі студентами з метою засвоєння ними теоретичних знань та ефективного формування практичних умінь, їх активності в пізнанні, праці, спілкуванні, саморозвитку. Така навчальна продуктивна діяльність має здійснюватися за визначеною програмою на кожному етапі освітнього процесу. Студенти мають брати активну участь в аналізі фактів, явищ; виявляти зв'язки та відношення між ними; усвідомлювати умову творчої задачі із синтезу наноматеріалів, дослідження їх властивостей і галузей застосування; визначати її мету; формулювати кінцеві та проміжні цілі у вирішенні задачі; формувати гіпотезу; пропонувати ідеї та рішення; виконувати творчі завдання шляхом теоретичного обґрунтування та доказу гіпотези, перевіряти правильність отриманого рішення.

Застосування закону взаємозв'язку творчої самореалізації студента й освітнього середовища вказує на те, що всі елементи методичної системи (цілі, зміст, методи, засоби та форми навчання) повинні бути підпорядковані програмі реалізації творчого потенціалу студента як майбутнього фахівця в галузі наноматеріалознавства. Обрана стратегія продуктивної навчальної діяльності має бути спрямована на підтримку індивідуального розвитку студента, його самореалізацію як творчої особистості, формування та розвитку відповідних умінь і здібностей, активності й наполегливості.

Закон **взаємозв'язку і взаємообумовленості індивідуальної, групової і колективної навчальної діяльності** вказує на те, що методична система повинна бути спрямована на підготовку такого фахівця в галузі наноматеріалознавства, який був би адаптований до ефективної діяльності в системі професійних стосунків, спроможний до організації науково-дослідного процесу, відповідальний за результат не лише власної, а й колективної діяльності.

Оскільки професійна підготовка майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства є самостійним педагогічним явищем, що перебуває в постійному розвитку, то їй властиві дидактичні закономірності цілей, змісту, методів, засобів та форм навчання.

Закони, закономірності й провідні педагогічні ідеї реалізуються через систему принципів навчання (Ортинський, 2009). Вони визначають зміст, методи, організаційні форми, засоби відповідно до загальних цілей і закономірностей освітнього процесу, забезпечують його ефективність (Лазарева, 2014).

Дидактичними принципами, які мають особливе значення для розроблення методичної системи фундаменталізованої професійної

підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства до продуктивної діяльності, є:

1) принцип фундаментальності та професійної спрямованості навчання, який визначає необхідність засвоєння фундаментальних знань на основі практико орієнтованого відбору змісту освіти;

2) принципи зв'язку теорії з практикою, наступності змісту, науковості обумовлюють представлення навчальних понять про факти, ідеї, теорії, методики дослідження, наслідки й способи застосування в єдності фундаментальних законів і теорій та можливостей їх застосування в професійній діяльності;

3) принцип розвитку самостійності вказує на необхідність навчання студентів самостійного оволодіння новими знаннями та вміннями на основі фундаментальних загальнонаукових та галузевих знань у процесі продуктивної навчально-пізнавальної діяльності;

4) принцип систематичності та послідовності знань і вмінь обумовлює необхідність забезпечення систематичності й послідовності отримуваних знань і формування умінь у майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства;

5) принцип продуктивності навчання вказує на те, що методична система повинна забезпечити особистий освітній приріст студента у вигляді системи знань, умінь та навичок, професійно важливих якостей, досвіду продуктивної діяльності, а також отримання інноваційних зразків наноматеріалів;

6) принцип усвідомленості та ґрунтовності знань вказує на необхідність формування в майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства фундаментальних загальнонаукових та галузевих знань як базису для забезпечення усвідомленості й ґрунтовності професійних знань.

Отже, розроблення методичної системи на визначених методологічних, природничо-математичних, психологічних і педагогічних засадах дозволить забезпечити фундаментальність і системність професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі нанотехнологій до продуктивної інноваційної діяльності із синтезу наноматеріалів.

Висновки. На основі аналізу розроблених нами методологічних та природничо-математичних і психолого-педагогічних концептуальних засад можна сформулювати провідні організаційно-педагогічні умови, дотримання яких при розробленні цілей, змісту, методів, засобів та форм навчання методичної системи фундаментальної професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства забезпечить ефективність формування їхньої професійної компетентності виконувати продуктивну діяльність:

1. Системна фундаменталізація змісту навчання професійно спрямованих дисциплін на основі філософсько-природничо-математичних законів і категорій визначають властивості, склад, структуру та галузеве призначення наноматеріалу і технологію його синтезу. Це дозволить систематизувати й узагальнити знання майбутніх

фахівців із величезної кількості наявних типів наноматеріалів і технологій їх синтезу. Більш глибоке розуміння природи творення наноструктур дозволить студентам прогнозувати властивості й підбирати відповідні технології синтезу інноваційних наноматеріалів.

2. Переорієнтація навчально-пізнавальної діяльності студентів із теоретичної репродуктивної на продуктивну науково-дослідну в лабораторії на замовлення підприємств, у результаті якої вони набувають досвід реальної професійної діяльності із синтезу наноматеріалів, у тому числі інноваційних, визначення їх властивостей і галузей застосування, а також створення необхідного обладнання.

Подальші дослідження ми пов'язуємо із розробкою моделі методичної системи фундаментальної професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства до продуктивної діяльності.

Література

Suchikova Y., Bohdanov I., Kovachov S., Bardus I., Lazarenko A. and Shishkin G. *Training of the Future Nanoscale Engineers: Methods for Selecting Efficient Solutions in the Nanostructures Synthesis*. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (August 26 – 28, 2021). Lviv. P. 584-588.

Бардус І. О. Фундаменталізація професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій до продуктивної діяльності: монографія / І. Бардус. Харків : ПромАрт, 2018. – 393 с.

Сичікова Я. О. Системи управління якістю та стабілізація властивостей наноструктур, сформованих на поверхні напівпровідників. Монографія. Київ : Освіта України, 2018. 380 с.

Ортинський В. Л. Педагогіка вищої школи: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В. Ортинський. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 472 с.

Лазарева Т. А. Підготовка майбутніх інженерів-технологів харчової галузі до творчої професійної діяльності: монографія / Т. Лазарева. Харків : Право, 2014. 528 с.

References

Suchikova, Y., Bohdanov, I., Kovachov, S., Bardus, I., Lazarenko, A. and Shishkin, G. (2021). *Training of the Future Nanoscale Engineers: Methods for Selecting Efficient Solutions in the Nanostructures Synthesis*. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (August 26 – 28, 2021). Lviv. P.p. 584-588.

Bardus, I. (2018). *Fundamentalizatsiya profesynoyi pidhotovky maybutnikh fakhivtsiv u haluzi informatsiynykh tekhnolohiy do produktyvnoyi diyal'nosti: monografiya* [Fundamentalization of professional training of future specialists in the field of information technologies to productive activity]. Kharkiv : PromArt [in Ukrainian].

Suchikova, Y. (2018). *Systemy upravlinnia yakisti ta stabilizatsiia vlastyvostei nanostruktur, sformovanykh na poverkhnii napivprovodnykyv: monografiya* [Quality management systems and stabilization of properties of nanostructures formed on the surface of semiconductors.]. Kyiv : Osvita Ukrainy. 380 c. [in Ukrainian].

Ortyn's'kyi, V. (2009). *Pedahohika vyshchoyi shkoly: navchal'nyy posibnyk dlya studentiv vyshchykh navchal'nykh zakladiv* [Pedagogy of higher school: a textbook for students of higher educational institutions]. Kyiv : Tsentr uchbovoyi literatury [in Ukrainian].

Lazaryeva, T. (2014). *Pidhotovka maybutnikh inzheneriv-tekhnologiv kharchovoyi haluzi do tvorchoyi profesynoyi diyal'nosti: monohrafiya* [Preparation of future engineers-technologists of the food industry for creative professional activity]. Kharkiv : Pravo [in Ukrainian].

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена актуальній проблемі підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства до продуктивної діяльності, а саме розробленню концептуальних засад побудови відповідної методичної системи. У статті запропоновано концептуальну ідею дослідження, яка передбачає, що підвищення якості підготовки майбутніх фахівців у галузі нанотехнологій підвищиться за умови системної філософського-природничо-математичної фундаменталізації змісту навчання, а також залучення до продуктивної діяльності із синтезу інноваційних зразків наноматеріалів на засадах дуальної освіти. У статті висвітлено концептуальні засади підготовки майбутніх фахівців у галузі нанотехнологій до продуктивної професійної діяльності. Зокрема наведено методологічні та теоретичні засади розроблення методичної системи фундаментальної професійної підготовки майбутніх фахівців до продуктивної професійної діяльності. Методологічними засадами визначено загальнонаукові методи пізнання, а також системний, компетентнісний, діяльнісний, інтегративний, прогностичний, синергетичний методологічні підходи. Теоретичними засадами обґрунтування й розроблення методичної системи визначено філософські положення теорії пізнання, загальнонаукові положення системного підходу, психологічні положення теорії особистості, теорії творчості, моделі репрезентації знань, педагогічні закони, закономірності та принципи навчання. На основі концептуальної ідеї та теоретико-методологічних засад визначено організаційно-педагогічні умови, дотримання яких при розробленні цілей, змісту, методів, засобів та форм навчання методичної системи фундаментальної професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства забезпечить ефективність формування їхньої професійної компетентності виконувати продуктивну діяльність.

Ключові слова: нанотехнології, професійна підготовка, фундаменталізація, продуктивна діяльність, системний підхід.