

## **РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ФІЗИКИ У ПЕДАГОГІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТАХ**

*Розглянуто реалізацію методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах з позицій забезпечення механізмів процесу формування та розвитку математичної компетентності з фізики. Методологічною основою системи є інтегрований підхід, який передбачає комплексну реалізацію фундаменталізації змісту навчання математичних методів фізики, контекстного, інформаційного та компетентнісного підходів, утворюючи простір можливостей для забезпечення високої якості знань, диверсифікуючи систему. Ієрархічно супідрядний взаємозв'язок цільового, змістового, процесуального та результативного компонентів, враховує соціальне замовлення, педагогічні та організаційні умови. Системоутворювальним фактором є між-дисциплінарна взаємодія. Процес формування та розвитку математичної компетентності з фізики через зміст дисциплін циклу професійної підготовки майбутніх вчителів та/або викладачів фізики охоплює етапи: базовий – математичні методи фізики; інтеграційний – теоретична фізика; узагальнювальний – вибрані питання теоретичної фізики, фізика твердого тіла, фізика напівпровідників тощо.*

**Ключові слова:** математичні методи фізики, теоретична фізика, майбутній вчитель фізики, методична система, інтегрований підхід, математична компетентність з фізики.

*Рассмотрено реализацию методической системы обучения математическим методам физики в педагогических университетах с позиций обеспечения механизмов процесса формирования и развития математической компетентности в физике. Методологической основой системы является интегрированный подход, который предполагает комплексную реализацию фундаментализации, контекстного, информационного и компетентностного подходов по обучению математическим методам физики, создавая пространство возможностей для обеспечения высокого качества знаний, диверсифицируя систему. Иерархично субподрядные целевой, содержательный, процессуальный и результативный компоненты, социальный заказ, педагогические и организационные условия. Системообразующим фактором является междисциплинарное взаимодействие. Процесс формирования и развития математической*

компетентності в фізиці визначається змістом дисциплін циклу професійної підготовки майбутніх учителів і/або викладачів фізики і охоплює декілька етапів: базовий – математичні методи фізики; інтеграційний – теоретична фізика; узагальнюючий – обрані питання теоретичної фізики, фізика твердого тіла, фізика напівпровідників і інші.

**Ключові слова:** математичні методи фізики, теоретична фізика, майбутній учитель фізики, методична система, інтегрований підхід, математична компетентність в фізиці.

*In the article the methodical implementation of the training system of mathematical methods in physics teaching universities. Also taken into account positions that mechanisms of formation and development of the mathematical competence in physics. The methodological basis of the system is the integrated approach. It provides comprehensive implementation fundamentalization content of teaching mathematical physics, context, information and competency approaches, creating space capabilities to provide high quality knowledge, diversifying the system. Hierarchically subordinate relationship of trust, semantic, procedural and efficient components, taking into account social order, pedagogical and organizational conditions for the operation of the system. System-factor is interdisciplinary cooperation. The formation and development of mathematical competencies through the contents in physics disciplines of professional training of future teachers and/or teachers of physics covers stages: base – mathematical physics; integration – theoretical physics; generalized – selected questions of theoretical physics, solid state physics, semiconductor physics and so on.*

**Key words:** mathematical methods of physics, theoretical physics, future physics teacher, methodical system, integrated approach, mathematical competence in physics.

**Постановка проблеми.** Повільне проникнення у систему фізико-математичної освіти новітніх наукових досягнень у галузі психолого-педагогічних та методичних знань унеможливорює процеси оновлення навчальних програм на такі, які бачили студентів критично мислити і вирішувати нестандартні задачі в умовах академічної і професійної мобільності. Це вимагає перебудови системи освіти через неперервне поповнення і оновлення навчально-методичних комплексів дисциплін, розбудованих на новітніх науково-обґрунтованих теоретико-методичних засадах забезпечення процесів навчання, виховання і розвитку студентів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Реформа системи вищої освіти сприяла проведенню теоретико-методичних досліджень з визначення змісту та методичних систем навчання фізики, спрямованих як на фахову (П. С. Атаманчук, О. І. Іваницький, О. І. Коновал, І. О. Мороз, В. П. Сергієнко, М. І. Шут та ін.), так і методичну (Л. Ю. Благодаренко,

В. Ф. Заболотний, М. Т. Мартинюк, В. Д. Шарко та ін.) підготовку майбутніх вчителів/викладачів фізики. Втім, не дивлячись на те, що нині у педагогічних університетах України накопичено значний досвід і фактичний матеріал з підготовки таких фахівців, існуючі методичні системи навчання математичних методів фізики не відображають запитам нової освітньої парадигми – компетентнісної, спрямованої на формування інтегрованої характеристики особистісних якостей студента такої, як здатності готовність використовувати у навчальній і професійній діяльності методи математичного моделювання фізичних систем, сприяючи розвитку теоретичного і критичного мислення, умінь працювати в науково-орієнтованих середовищах. Відтак відчувається потреба у побудові нової методичної системи навчання математичних методів фізики в умовах ступеневої вищої освіти, диверсифікованої не лише з позицій змісту, але й методів навчання фізики. Тому **метою статті** є висвітлення основних положень реалізації такої системи на рівні міждисциплінарної взаємодії курсів теоретичної фізики педагогічного університету.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Загальна концепція створення і впровадження методичної системи навчання математичних методів фізики (МСН ММФ) [5] уможлиблює зорієнтувати процес вивчення теоретичної фізики на формування та розвиток математичної компетентності з фізики (МКФ) – «інтегрованої характеристики особистісних якостей студента, такої як здатність і готовність використовувати у навчальній і професійній діяльності методи математичного моделювання фізичних систем, явищ або процесів у фізичній системі з точки зору фундаментальних законів або принципів фізики, у межах існуючих теоретичних схем» (Табл. 1) [3, с. 165].

Методична система охоплює: цілі, зміст, провідні принципи, форми, засоби і рівні діяльності студентів поетапно:

1) Цілі навчання математичних методів фізики (ММФ) у підготовці бакалаврів знаходять свій подальший розвиток при підготовці спеціалістів і магістрів; 2) Зміст навчання ММФ має рівневу структуру і інтегрується зі змістом курсів теоретичної фізики, вибраних питань теоретичної фізики, фізики твердого тіла, фізики напівпровідників тощо;

*Таблиця 1*

**Структура компонент компетентнісно орієнтованої МСН ММФ, реалізованої через зміст курсів теоретичної фізики педагогічного університету.**

Освітній рівень Компоненти системи		Бакалавр 6.040203 Фізика*	Спеціаліст 7.04020301 Фізика*	Магістр 8.04020301 Фізика*
Цільовий	Цілі навчання	- формування і розвиток математичної компетентності з фізики на рівні базових, спеціальних і ключових професійних компетенцій; - інтеграція фізико-математичних знань;.		

	Зміст навчальних дисциплін	Математичні методи фізики	Теоретична фізика	Вибрані питання теоретичної фізики	Фізика твердого тіла; Фізика напівпровідників
Змістовий	Теоретико-методологічна основа	Дидактичні принципи: фундаменталізації, міждисциплінарної інтеграції, контекстної спрямованості, інформатизації як теоретична основа інтегрованого підходу, який передбачає комплексне застосування: фундаменталізації змісту, контекстного (теоретичного, прикладного, професійно спрямованого), міждисциплінарного, інформаційного (предметно-інформаційного, інформаційно-комунікаційного), компетентнісного підходів у провідному напрямку останнього; Семіотика і педагогічна герменевтика як теоретична основа порівняльно-узгоджувального підходу щодо цілеспрямованого формування надпредметних математичних компетентностей з фізики; Теорія і концепція розвивального навчання, теорія проблемного навчання; принцип циклічності щодо формування і розвитку здатності і готовності студентів до: порівняння, узагальнення, абстрагування, аналізу, синтезу, ін. мисленнєвих операцій: спостереження, аналогії і ін.; теоретичного, критичного і ін. типів мислення;			
Процесуальний	Форми	Лекції, практичні заняття, самостійна робота		Лекції, практичні заняття, семінарські заняття, самостійна робота, науково-дослідницька робота	
	Методи за типом діяльності	Пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний), репродуктивний, проблемний виклад, частково-пошуковий (евристичний), дослідницький; цілеспрямована навчальна діяльність (з позицій концепції розвивального навчання)			
	Засоби	Навчально-методичні комплекси дисциплін, лабораторне обладнання фізичних кабінетів, комп'ютерна і мультимедійна техніка, програмні педагогічні засоби, математичні пакети і ін.			
Результативний	<ul style="list-style-type: none"><li>- критерії і показники сформованості, розвитку МКФ;</li><li>- рівні сформованості, розвитку МКФ;</li><li>- засоби діагностики результативності моделі МСН МФ</li></ul>				

3) З позицій професійної спрямованості навчання ММФ, процес формування та розвитку МКФ студентів у навчанні теоретичної фізики має взаємодіяти на рівні міждисциплінарних зв'язків й з іншими дисциплінами циклу професійної підготовки майбутніх вчителів/викладачів фізики, зокрема із курсом загальної фізики та методики навчання фізики [6];

4) Теоретико-методологічною основою МСН ММФ є інтегрований підхід, який передбачає комплексне застосування [2]: фундаменталізації, контекстного (теоретичного, прикладного, професійно орієнтованого), міждисциплінарного, інформаційного (предметно-інформаційного,

інформаційно-комунікаційного), компетентнісного підходів у провідному напрямку останнього; 5) Цілеспрямованому формуванню надпредметних МКФ сприяє порівняльно-узгоджувальний підхід, який передбачає порівняння за змістом та узгодження за процесуальною основою навчання ММФ із навчально-пізнавальним процесом з фізики [7]; 6) Розвитку МКФ сприяє організація цілеспрямованої навчальної діяльності, з позицій концепції розвивального навчання [1]; 7) Проблемний виклад навчального матеріалу та організація циклу теоретичного пізнання у навчанні фізики на засадах принципу циклічності сприяє розвитку теоретичного і критичного мислення студентів [8].

Рівень сформованості у студентів сучасного теоретичного способу мислення в значній мірі визначається тим, як вони засвоїли фундаментальні поняття, закони, теорії, принципи фізики. Завдяки широкому спектру властивостей і функцій фундаментальних понять в науці їх формування набуває визначальних рис у структурі змістової компоненти теоретичної фізики. Фундаментальне поняття є тією дидактичною одиницею, досліджуючи процес формування якої можна визначити необхідні дидактичні умови підвищення якості знань з фізики.

Прикладні аспекти реалізації контекстного підходу щодо формування вищих рівнів якості знань з теоретичної фізики та розвитку теоретичного та критичного мислення на узагальнювальному етапі підготовки майбутніх учителів фізики уможлиблює курс вибраних питань теоретичної фізики. Вагомим змістовим елементом курсу є співвідношення невизначеностей, який уможлиблює реалізацію різних напрямків контекстного підходу [4]: теоретичного, враховуючи варіативність математичних методів щодо їх отримання; прикладного, як елемент фізичних знань, що уможлиблює презентацію суперечливого становлення квантових уявлень про структуру матерії та адекватного відбору математичних методів щодо її опису, професійно орієнтований, з позицій адаптації фундаментальних знань у площину шкільних умов.

Формування та розвиток МКФ відбувається на різних рівнях навчально-пізнавальної діяльності з фізики: репродуктивному (навчальна), частково-пошуковому (навчально-пізнавальна), дослідницькому (пізнавальна – дипломна, магістерська робота і інше).

Враховуємо, що організація навчально-виховного процесу у вишах здійснюється за принципами кредитно-трансферної системи ECTS, що уможлиблює реалізацію модульного навчання. Основні складники навчально-виховного процесу у формуванні і розвитку МКФ з позицій модульного та інтеграційного підходів представлені на рис. 1.

*Базовий етап* формування МКФ розпочинається у курсі «Математичні методи фізики» з циклу дисциплін професійної підготовки майбутніх вчителів фізики, освітньо-кваліфікаційний рівень «бакалавр», терміни навчання – 2 семестр, 2 курс.



**Рис. 1. Основні складники навчально-виховного процесу щодо формування і розвитку математичної компетентності з фізики.**

*Інтеграційний етап* (3–4 курси). В цей час студенти опановують теоретичний курс фізики за розділами: класична механіка і основи спеціальної теорії відносності – 1 семестр, 3 курс; електродинаміка – 2 семестр, 3 курс; квантова механіка – 1 семестр, 4 курс; термодинаміка і статистична фізика – 2 семестр, 4 курс.

Кожен розділ теоретичної фізики потребує: якісних математичних знань, які є джерелом інтеграційних чинників взаємодії із курсом ММФ і потребує застосування математичних методів у контекстних теоретичних, прикладних, професійно значущих ситуаціях у навчанні фізики.

На цьому етапі починають формуватися надпредметні МКФ, створюючи основу для подальшого розвитку професійно важливих якостей майбутніх вчителів/викладачів фізики, уможлиблюючи розвиток теоретичного, критичного і ін. типів мислення студентів; ціннісних якостей з усвідомлення значущості знань для розвитку науки і ін.; мотивації через пізнавальний інтерес до навчання фізики і ін.

*Узагальнювальний етап* (5, 6 курс). Розвиток МКФ продовжується в рамках таких фахових дисциплін як «Вибрані питання теоретичної фізики», «Фізика твердого тіла», «Фізика напівпровідників» і ін., а надпредметні (ключові) компетентності набувають подальшого розвитку під час вивчення усіх дисциплін даного етапу. Також передбачається набуття досвіду реалізації МКФ у написанні кваліфікаційної роботи, асистентської педагогічної практики та усунення недоліків через усвідомлену кореляцію у процесі власної практичної діяльності (ціннісно-рефлексивний і емоційно-вольовий компоненти).

Досягненню вищого рівня професійної компетентності сприяє розвиток більшості компонент МКФ, що забезпечують дві або більше дисциплін, оскільки саме міждисциплінарні завдання є найтиповішими для діяльності майбутнього вчителя/викладача фізики. Міждисциплінарну інтеграцію визначаємо системоутворювальним фактором розвитку професійної компетентності майбутнього фахівця. Подальші етапи розвитку МКФ – це навчання студентів-фізиків за освітньо-професійною програмою підготовки спеціалістів, або науково-професійною – магістрів. Поділ на етапи та визначення їх змісту умовний через те, що МКФ у навчанні фізики формується на кожному з них.

Компоненти МСН ММФ мають складну ієрархічно підпорядковану структуру взаємопов'язаних цільового, змістового, процесуального та результативного, враховані соціальне замовлення, педагогічні та організаційні умови.

**Висновки і перспективи.** Процес формування та розвитку математичної компетентності з фізики майбутніх вчителів та/або викладачів фізики, визначають наступні положення: 1) Виділяються ті аспекти навчального процесу, які найбільшою мірою забезпечують його базисом для подальшого засвоєння студентами професійно орієнтованих і фахових дисциплін, сприяють реалізації вимог освітньо-кваліфікаційної характеристики, мають поліфункціональне призначення у навчальній, професійній, науково-дослідній діяльності; 2) Теоретико-методологічною основою процесу є інтегрований підхід, який передбачає комплексну реалізацію: фундаменталізації, міждисциплінарного, контекстного, інформаційного і компетентнісного підходів; 3) Структура процесу представлена з позицій модульного навчання. Змістові модулі дисциплін характеризуються функціональністю, системністю, науковістю і практичною спрямованістю, особлива увага приділяється збільшенню частки самостійної роботи студентів, активізації навчально-пізнавальної діяльності, науково-дослідницькій роботі; 4) У межах кожного модуля інтеграція фізико-математичних знань забезпечується підсиленням внутрішньо дисциплінарних і міждисциплінарних зв'язків, оптимізацією змістового навантаження за рахунок зменшення частки фактичного матеріалу, усунення повторень, синтезом, узагальненням і систематизацією знань у середині кожної підсистеми; 5) Для кожної дисципліни розробляється модель у вигляді структурно-логічної схеми (графа); 6) Методика формування МКФ у навчанні фізики покладається на проблемно-дослідницький характер, активно використовуються ІКТ як у навчанні, так і діагностиці навчальних досягнень студентів; 7) Запровадження завдань, що потребують експериментальної перевірки результатів математичного моделювання фізичних процесів і явищ у змісті робіт фізичного практикуму; 8) Підвищенню ефективності навчання ММФ сприяють діагностика, моніторинг та запровадження інформаційно-комунікаційних засобів для

оцінювання навчальних досягнень студентів.

Сформованість навчальної програми з певної дисципліни чи модуля не виключає подальшої творчої роботи викладача з добору змісту, зміни структури курсу та інше, що є перспективним напрямком подальших розвідок у даному напрямі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения / В. В. Давыдов. – М. : Директ-Медиа, 2008. – 613 с.
2. Подопригора Н.В. Интегративный подход к обучению математическим методам физики в педагогическом вузе / Н. В. Подопригора // *Univers Pedagogic*. – 2015. – № 1 (45). – С. 71–79.
3. Подопригора Н.В. Компетентнісний підхід як умова переходу професійної підготовки майбутніх вчителів фізики на нові показники якості освіти: структура математичної компетентності з фізики / Н. В. Подопригора // *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. – 2014. – Вип. 50. – С. 160–169.
4. Подопригора Н. В. Комплексне представлення співвідношень невизначеностей у процесі підготовки майбутніх учителів фізики / Н. В. Подопригора // *Science and Education. New Dimension. Pedagogy and Psychology*. – 2014. – II (13). – Issue : 26. – pp. 48–54.
5. Подопригора Н. В. Концепція створення і впровадження методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н.В. Подопригора // *Наукові записки. Серія : проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. – 2015. – Вип. 7. – Ч. 2. – С. 207–218. – (КДПУ ім. В. Винниченка).
6. Подопригора Н. В. Математичні методи фізики як інтегративний чинник міждисциплінарних зв'язків у професійній науково-предметній підготовці майбутніх учителів фізики / Н. В. Подопригора // *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки*. – 2014. – Вип. 3. – С. 235–242.
7. Подопригора Н. В. Порівняльно-узгоджувальний підхід щодо формування надпредметних математичних компетентностей з фізики / Н. В. Подопригора // *Вісник Черкаського національного університету. Серія: Педагогічні науки*. – 2015. – № 8(341). – С. 135–145.
8. Podoprygora N. V. How the Cycle of Scientific Knowledge is Reflected in the Course of Solid State Physics: the Effect of Magnetic Flux Quantization / N. V. Podoprygora, A. V. Tkachenko // *American Journal of Educational Research*. – Vol. 2. – № 12 B. – 2014. – pp 61–69.