

УДК 378.4:[530.1(51-71/-74):372.853]

Подопригора Н. В.
Кіровоградський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка

ФУНКЦІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ЩОДО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ФІЗИКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

У статті виконано аналіз науково-методичної літератури щодо з'ясування змісту і структури поняття моделювання в теорії та методиці навчання фізики. Встановлено, що моделювання є багатоаспектною категорією: методом пізнання та навчання фізики; об'єктом і метою дослідження у проектуванні методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах. Визначені функції моделювання (пізнавальні, евристичні, унаочнювальні, інтегративні, діяльнісні, розвивальні) як методичні засади навчання математичних методів фізики майбутніх учителів фізики.

Ключові слова: моделювання, функції моделювання, математичні методи фізики, навчання фізики у педагогічному університеті.

Розвиток педагогічної і психологічної наук завжди є одним із пріоритетних напрямів державної політики з розвитку освіти. Національною доктриною розвитку освіти у ХХІ столітті визнано органічне поєднання освіти і науки. Тому проблеми: постійного підвищення якості фізичної освіти; оновлення її змісту відповідно до сучасних науково-технічних досягнень; посилення її фундаменталізації є актуальними.

Парадигма, в основу якої покладена *фундаменталізація* фізичної освіти передбачає якісно нових її завдань, нових принципів відбору і систематизації знань, що спричиняють не скільки розширення загальнонаукових і предметно-професійних знань, а передбачають інший їх зв'язок і інший спосіб формування та функціонування у навчальній діяльності. Парадигма має підкріплюватися конкретними *концепціями*, що уможливають її теоретичне обґрунтування та здійснення практичної реалізації, зорієнтованих передусім на розвиток творчих здібностей і нахилів студентів, на підвищення рівня їх освіченості, на розвиток інформаційно-аналітичних вмінь, на здатність до оптимізованої практичної діяльності, цілісного світогляду тощо.

У теорії і методиці навчання фізики проблема взаємодії освіти і науки потребує окремого вивчення. Останнім часом спостерігається виокремлення напрямку взаємозв'язку освіти і науки не лише у плані передачі наукових результатів досліджень, але й *методів*, за допомогою яких ці результати були отримані. Нині методу моделювання як загальнонауковому методу пізнання приділяється значна увага як в педагогіці так і в методиці навчання фізики, що відображено у багаточисельних публікаціях науковців, навчальних посібниках для викладачів і студентів вишів, для вчителів шкіл і методистів, елективних курсах профільної школи тощо. Визначальним є значущість моделей і методу моделювання у сучасній освіті і науці. Моделювання є невід'ємним етапом будь-якої цілеспрямованої діяльності і виконує провідну роль у сучасних наукових дослідженнях. У педагогіці, як зазначає В. І. Михеєв, "широке розповсюдження... моделювання... пояснюється різноманіттям його ґносеологічних функцій, що зумовлює вивчення педагогічних явищ і процесів на спеціальному об'єкті – моделі, яка є проміжною ланкою між суб'єктом – педагогом, дослідником і предметом дослідження, тобто певними властивостями і відношеннями між елементами навчально-виховного процесу" [17, с. 5].

У наукових дослідженнях моделювання розглядається різноаспектно:

По-перше, виокремлюються його ґносеологічні риси. З філософської точки зору моделювання, як *метод наукового пізнання* спрямований на вивчення явищ реального світу (А. І. Уємов [25], В. О. Штофф [28] та ін. У цих дослідженнях визначено, що являє

собою модель і чим вона відрізняється від інших форм і засобів пізнання, у чому полягають особливості модельного експерименту, у чому специфіка таких гносеологічних функцій мислиневих моделей, як відображення, абстрагування, інтерпретація, пояснення тощо);

По-друге, як об'єкт і метод дослідження закономірностей навчального процесу щодо пошуку засобів найбільш ефективного його управління (С. І. Подмазін [21], досліджуючи мисленеву модель освіти як соціальної інституції, намагається подолати суперечність між основними тенденціями розвитку сучасної освіти – тенденціями до гуманізації та тенденціями до глобальної її тоталітаризації; В. Г. Гриценко [5] – моделюючи навчальний процес з фізики, шукає шляхи оптимізації вивчення статистичних закономірностей у процесі підготовки вчителів фізики і виявляє можливості їх реалізації на засадах запровадження нових інформаційних технологій навчання; М. Ю. Королев [13] – моделюючи методичну систему навчання методу моделювання студентів природничих і математичних напрямків обґрунтовує необхідність його навчання на засадах інтеграції, фундаменталізації і професійної спрямованості, а також визначає роль методу моделювання у розвитку теоретичного мислення і ін.);

По-третє, як мета, метод і засіб навчального пізнання (В. Г. Разумовський [23] на основі методу наукового пізнання: обґрунтував необхідність формування творчих здібностей учнів в галузі технічної творчості і винахідництва; відшукав достатньо універсальний методологічний інструмент для організації навчального пізнання – *принцип циклічності*, який дозволив чітко побудувати етапи навчального пізнання (факти – модель – наслідки – експеримент), що визначають структуру навчального матеріалу; Л. Р. Калапуша [9] використовував *дидактичні функції* моделювання до розробки методики моделювання фізичних процесів і явищ у процесі викладання фізики в школі; В. Ф. Паламарчук [20] розглядає моделювання як *метод навчання* в педагогічному проектуванні, зокрема технології інтелектуальної діяльності учнів; Ю. М. Галатюк [3], Є. В. Коршак [14], А. І. Павленко [19] використовують моделювання як *засіб навчального пізнання* в практиці розв'язування *фізичних задач*; Х. Гулд, Я. Тобочник [6] розглядають моделювання як засіб навчання *фізичних експериментів на комп'ютері*; М. В. Дудик, С. А. Хазіна [7] навчають моделювати фізичні явища різних типів засобами комп'ютерної техніки тощо).

Разом з тим, досліджуючи категорію моделювання, Є. О. Лодатко відзначає, що “...порівняно з багатьма іншими галузями людського знання, – моделювання в педагогіці, – має особливості, природа яких ґрунтується на нечіткості, розпливчастості педагогічних понять, практичній відсутності прийнятних механізмів виміру розвитку особистості у процесі навчання..., – а також і те, – ...що дослідження педагогічних явищ (об'єктів і процесів) відбувається не безпосередньо, а через моделювання і в процесі моделювання, що дозволяє виокремлювати з сукупності характеристик педагогічного явища поодинокі характеристики і досліджувати їх із застосуванням відомих чи спеціально розроблених методик” [16]. Тому, на нашу думку, під час розробки технологій навчання у вищому навчальному закладі у кожному конкретному випадку потрібно виходити з цілей навчання, враховуючи й наявні можливості, що забезпечуватимуть модельні реалізації методичних рішень, спроектованих авторами методик в межах навчальних дисциплін.

У зв'язку з цим, **мета нашої статті** полягає у визначенні особливостей моделювання у теорії та методиці навчання фізики та виявлення його прийнятних властивостей до проектування методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах.

Досягнення поставленої мети передбачало виконання наступних **завдань**: виконати аналіз науково-методичної літератури щодо з'ясування змісту і структури поняття моделювання в теорії та методиці навчання фізики та проблем його запровадження і застосування у навчальному процесі з фізики; виявити основні функції методу

моделювання у процесі навчання математичних методів фізики майбутніх вчителів фізики.

Використанню методу моделювання у процесі навчання фізики загальноосвітньої школи і вищого навчального закладу приділяється багато уваги в роботах науковців-методистів. Виділимо деякі аспекти упровадження і застосування моделювання в теорії та методиці навчання фізики (табл. 1). Аналіз інформації, наведеної в табл. 1, вказує на те, що: єдиного підходу до визначення моделювання в теорії та методиці навчання фізики немає; кількість категорій, які визначають його як об'єкт і мету, принцип, метод, засіб навчання та інших типів діяльності, або процесів становить відповідно 1, 1, 5, 3; єдиним у всіх цих категоріях є те, що моделювання входить до складу будь-якого етапу навчання фізики і виконує свої пізнавальні функції.

Т а б л и ц я 1

Категорії моделювання в теорії та методиці навчання фізики

<i>Вчені, які досліджували моделювання</i>	<i>Категорії моделювання</i>
О. А. Коновал [12] та ін.	як метод наукового пізнання
В. Г. Разумовський [23] та ін.	як принцип навчання
П. С. Атаманчук [2]; А. І. Павленко [19]; Х. Гулд, Я. Тобочник [6] та ін.	як засіб навчання
Л. Р. Калапуша [8]; В. Г. Разумовський, В. В. Майер, В. М. Стрелков [24] та ін.	як метод навчання
О. А. Коновал, П. І. Самойленко, О. В. Сергєєв [11] та ін.	як метод навчального пізнання і управління цим процесом
М. В. Головка [4]; Л. Р. Калапуша [9]; В. В. Мултановський [18] та ін.	як метод викладання (спосіб пояснення навчального матеріалу; засіб формування знань, розвитку теоретичного мислення і забезпечення пізнавальної активності тих хто навчається; інструмент контролю і корекції знань)
В. Г. Гриценко [5] та ін.	як засіб проектування навчальної діяльності
М. В. Дудик, С. А. Хазіна [7]; М. Ю. Королев [13]; С. Е. Каменецкий, Н. А. Солодухин [10] та ін.	як об'єкт і мета навчання
В. Д. Шарко [26] та ін.	як ефективний засіб реалізації низки педагогічних задач
Ю. М. Галатюк [3], Є. В. Коршак [14], А. І. Павленко [19] та ін.	як один з методів розв'язування задач
М. Г. Алексєєв, А. В. Леонтович [1]; М. І. Шефер [27] та ін.	як засіб дослідницької діяльності
В. Г. Разумовський [23] та ін.	як засіб розвитку творчих здібностей
М. Ю. Королев [13]; В. В. Мултановський [18] та ін.	як засіб розвитку теоретичного мислення

Процес навчання фізики ґрунтується на основних засадах наукового пізнання, реалізацію якого ми вбачаємо у використанні різноманітних рис моделювання, відображених в його функціях. Завдання використання і навчання моделюванню у навчальному процесі з фізики педагогічного університету виникає передусім у курсах: загальної фізики; математичних методів фізики; теоретичної фізики; методики навчання фізики. Виділимо наступні функції методу моделювання у процесі навчання фізики педагогічного університету:

Пізнавальна функція – як метод навчального пізнання у процесі формування пізнавального образу об'єкту вивчення. Реалізація пізнавальної функції не передбачає процесу наукового пізнання, її мета полягає в ознайомленні студентів з найбільш раціональним способом дослідження фізичного процесу або явища;

Евристична функція – як засіб ефективного засвоєння нового навчального матеріалу.

У прикладних методиках навчання фізики моделювання зорієнтовано передусім на вироблення у студентів умінь здійснювати математичне моделювання реальних фізичних процесів і явищ;

Унаочнювальна функція – принцип моделювання є найвищим ступенем прояву принципу наочності, його розвитком і узагальненням, пов'язаним із вирішальними змінами у цілях і типах навчального процесу;

Інтегративна функція – як засіб систематизації і узагальнення знань, зокрема, уніфікація математичних моделей фізичних об'єктів, що вивчаються є засобом узагальнення досліджуваних фізичних явищ і процесів;

Діяльнісна функція – як засіб проектування і управління навчальною і пошуковою (дослідницькою) діяльністю;

Розвивальна функція – як засіб розвитку теоретичного мислення, творчих здібностей студентів, активізації навального пізнання тощо.

Реалізацію *пізнавальної функції* моделювання щодо навчання студентів математичних методів фізики найяскравіше виявляють себе в курсі теоретичної фізики. Наприклад, в термодинаміці студенти ознайомлюються з двома методами дослідження теплових процесів: методом циклів та методом термодинамічних функцій. Історична першість належить методу циклів, сутність якого полягає в тому, що для встановлення певних закономірностей досліджуваного явища розглядається підходящим чином підібраний оборотний цикл і до цього циклу застосовують перший і другий закони термодинаміки. У практиці дослідження термодинамічних систем метод циклів є досить простим і наочним, у цьому його переваги, але в той же час він має великий недолік, оскільки кожного разу потребує підбору відповідного циклу і успіх розв'язання задачі залежить від того наскільки вдалим виявився вибір циклу. На відміну від методу циклів метод характеристичних функцій (що володіють властивостями повного диференціалу) є більш універсальним і не потребує підбору для кожного конкретного випадку відповідного циклу з виявлення термічних або калориметричних властивостей системи, а тому на сьогодні переважна більшість задач з дослідження термодинамічних систем у прикладних технічних галузях науки розв'язується саме за допомогою методу характеристичних функцій. Отже, метод характеристичних функцій в термодинаміці є найбільш *раціональним* способом дослідження.

Разом з тим, слід зазначити, що будь-яка модель реального фізичного процесу або явища може виявитись *джерелом навчальної інформації*, якщо вона містить, для тих хто навчається, невідомі елементи, порядок розташування зв'язків між елементами, незрозумілою може бути структура системи елементів. У цьому випадку моделювання виявляє свої *евристичні функції*. У методиці навчання фізики загальноосвітньої школи відома класифікація навчальних моделей С. Е. Каменецького і М. А. Солодухіна, які виділяють: предметні (фізично-подібні, аналогії); рисунково-фотографічні (рисунки, фотографії, навчальні фільми); образні (чуттєві образи, ідеалізовані образи); символічні (описові, математичні, графічні) моделі [10]. Нині, на нашу думку, у зв'язку із широким запровадженням інформаційно-комунікаційних технологій навчання, потребує уточнення друга її компонента (рисунково-фотографічна) на предмет доповнення комп'ютерними моделями.

Евристична функція моделювання щодо навчання математичних методів фізики майбутніх учителів фізики проявляється найяскравіше в курсі теоретичної фізики. Навчальні моделі фізичних об'єктів теоретичної фізики володіють досить корисними дидактичними властивостями (науковість, системність, структурованість тощо), які дозволяють: виділяти окремі суттєві елементи під час вивчення предмету дослідження (скалярних, векторних, тензорних полів фізичних величин); показати студентам такі моменти, які є закритими або недоступними для унаочнення (переважна кількість квантових і статистичних закономірностей), формуючи у такий спосіб їх абстрактне і теоретичне мислення; математичні моделі, реалізовані у навчальному процесі засобами

комп'ютерного моделювання (на основі заздалегідь розробленої математичної моделі) уможлиблюють спостереження за процесами у зручному для навчання темпі, демонструючи їх перебіг; обирати в якості об'єкта дослідження такі явища, які можна продемонструвати засобами навчального фізичного експерименту в курсах загальної фізики або методики навчання фізики, розв'язуючи проблему комплексного представлення теоретичних і експериментальних методів фізики у навчальному процесі.

Вміння моделювати реальні процеси і явища не виникає у студентів спонтанно, а є цілеспрямованим і тривалим процесом з їх формування. При цьому визначальним має бути таке проектування навчання, за якого моделі фізичних процесів і явищ вивчатимуться в *унаочнений* спосіб, систематично і цілеспрямовано, уможлиблюючи формування найбільш важливих навичок пізнавальної діяльності, відображаючи модельний характер знань про природу. Вивчення фізичних явищ і процесів дозволяє розглядати всі етапи побудови моделі, перевірку її адекватності, уточнення моделі, відшукування можливостей застосовності моделі за тих або інших умов, встановлення критеріїв її виродження, розглянути ієрархію моделей тощо.

Проте особливу увагу ми приділяємо *інтегративній функції* моделювання. Математичні моделі теоретичної фізики досліджують за допомогою математичного інструментарію, розробленого математикою. Переважна більшість навчальних задач з фізики зводиться до складання і розв'язання відповідних диференціальних рівнянь, які відображають внутрішні механізми процесів, що відбуваються у нескінченному розмаїтті оточуючих нас тіл, які мають різну форму, розміри і властивості. Будь-яке рівняння математичної фізики має величезну кількість розв'язків. Нині за допомогою таких рівнянь моделюють процеси різної природи: фізичні, хімічні, біологічні, екологічні, економічні тощо. Потреба математичного моделювання виникає скрізь, де є необхідність кількісного опису явищ. Разом з тим, слід відзначити *інформаційну ємність* рівнянь математичної фізики. Саме ця їх особливість дозволяє описати однаковим за формою рівнянням, на перший погляд, відмінні між собою процеси, такі як перенесення тепла в суцільному середовищі, дифузія хімічних компонентів, проникнення магнітного поля у провідник тощо. У процесі моделювання об'єктів різної природи інтегративні зв'язки набувають якісно нового прояву і поєднують різні галузі знань за допомогою спільних законів, понять, методів дослідження. Метод моделювання, на нашу думку, є найбільш перспективним методом для реалізації інтегративних зв'язків математики і фізики. Зокрема, застосування методу математичного моделювання дозволяє показати універсальність математичних методів, які сприяють уніфікації опису різноманітних за своєю природою процесів, у цьому і проявляє себе *уніфікаційна властивість* математичного моделювання. Проте, з огляду на прикладну спрямованість математичних методів фізики, слід зазначити, що диференціальні рівняння математичної фізики є універсальними настільки наскільки універсальною є математична модель об'єкта дослідження. Отже, розв'язання задач математичної фізики потребують інтеграції знань математики і фізики, відображених у змісті відповідних дисциплін.

Інтеграцію знань між курсами дисциплін природничо-наукової і фундаментальної (математичний аналіз, лінійна алгебра та аналітична геометрія, основи векторного і тензорного аналізу, диференціальні та інтегральні рівняння, теорія ймовірностей й математична статистика, загальна фізика) практичної і професійної (математичні методи фізики, теоретична фізика, методика навчання фізики) підготовки майбутніх учителів/викладачів фізики (в умовах неперервної ступеневої вищої освіти) ми вбачаємо у комплексному представленні теоретичних і експериментальних методів фізики у процесі її навчання. Фізико-математичні дисципліни відіграють особливу роль у підготовці майбутніх учителів фізики щодо оволодіння ними методами моделювання досліджуваних явищ і процесів природи як у плані формування певного рівня фізико-математичної культури, інтелектуального розвитку, так і в плані формування наукового світогляду, розуміння сутності практичної спрямованості фізико-математичних дисциплін тощо. На

нашу думку, найбільш сприятливі умови для розв'язання такого завдання створюються у процесі реалізації предметно-практичної підготовки майбутніх учителів фізики. Математичні методи фізики є однією з тих можливостей, що дозволяють увести студентів у пізнавальну діяльність в узгодженості зі змістом курсів загальної і теоретичної фізики. При цьому забезпечується інтеграція теоретичних знань студентів у прикладну площину навчальних дій, що сприяє підвищенню рівня їх фундаментальної підготовки з фізики [22]. Проте слід зазначити, що ще й досі залишається актуальною проблема адаптації фундаментальних фізичних знань у практичну площину шкільних умов.

Навчання майбутніх учителів фізики методу моделювання, з'ясування його сутності і ролі у науковому пізнанні змінює відношення до навчальної дисципліни, до процесу навчання, при цьому навчальна діяльність стає більш усвідомленою і продуктивною. *Діяльнісні функції* методу моделювання проявляються тоді, коли у студентів у процесі навчання формуються навички оволодіння навчальними діями, самостійно будувати різноманітні моделі, тоді моделювання виявляється засобом навчання, за допомогою якого досягаються навчальні цілі, зокрема спрямовані на формування наукового світогляду, розвиток теоретичного мислення та творчих здібностей студентів та відповідного прояву *розвивальних функцій* моделювання. Разом з тим, навчання студентів математичним методам фізики як однієї з умов розвитку пізнавальної діяльності студентів має задовольняти й основним дидактичним вимогам щодо навчання таким методам та можливостям активізації і управління навчальним процесом. До того ж, діяльнісна функція полегшує орієнтувальні, комунікативні і контролювальні навчальні дії. Орієнтувальні дії спрямовані на планування діяльності, комунікативні на дослідження отриманих результатів, а контролювальні на виявлення помилок.

Досліджуючи проблему практичної спрямованості математичного моделювання у лабораторному практикумі з фізики педагогічного університету ми пропонуємо у змісті експериментального завдання до лабораторної роботи *“Визначення в'язкості рідини методом Стокса”* [15, с. 52-56] математично змодельовати й одночасно спостерігати за рухом краплини води у в'язкому середовищі (олії). Теоретичний аналіз досліджуваного процесу механічного руху краплини води в олії уможливорює формування у студентів логіки побудови і послідовного уточнення математичної моделі прямолінійного руху краплини в узгодженості з умовами експерименту та необхідності виконання математичних наближень на предмет їх відповідності щодо спостережуваного результату із теоретично передбачуваним наслідком. *Етапи моделювання*: вибір базової моделі – вільне падіння краплини води за відсутності опору середовища, з опорою на закон Галілея, згідно якого всі тіла за таких умов мають падати з однаковим прискоренням; моделювання процесу за наявності сил опору середовища (сили Стокса); застосування динамічного методу до аналізу руху тіла у в'язкому середовищі за невеликих швидкостей; врахування сили Архімеда тощо.

Слід зазначити, що успіх моделювання визначається і вдалим вибором моделі. Вміння обрати модель з уже відомих, чи побудувати нову потребує наявності і володіння необхідними практичними знаннями і навичками, які також формуються у процесі навчальної діяльності студентів. Підготовка майбутніх учителів фізики потребує комплексного підходу з навчання моделювання і математичних методів фізики під час їх теоретичного і практичного навчання. Навчити студентів правильно обирати або будувати моделі реальних фізичних процесів і явищ, а також *уніфікаційним* математичним методам з аналізу та перевірки наслідків теоретичних моделей на відповідність умовам реального фізичного експерименту є одним з завдань цільової компоненти методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах.

Метод *моделювання* у теорії та методиці навчання фізики є багатоаспектною категорією. З одного боку, моделювання є *методом пізнання та навчання* фізики, а з іншого, – *об'єктом і метою дослідження* у проектуванні методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах. Інтеграція

змістовоутворюючих компонентів навчальних дисциплін циклів природничо-наукової та фундаментальної, практичної і професійної підготовки майбутніх учителів фізики з реалізації пізнавальних, евристичних, унаочнювальних, інтегративних, діяльнісних і розвивальних функцій моделювання є однією з методичних засад побудови відкритої методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах. На перспективу, потребує більш детального дослідження проблема професійної спрямованості навчання математичних методів фізики майбутніх учителів фізики.

Використана література:

1. *Алексеев Н. Г.* Концепция развития исследовательской деятельности учащихся (фрагменты) / Н. Г. Алексеев, А. В. Леонтович, С. А. Обухов, Л. Ф. Фомина // *Фізика: проблеми викладання*. – 2006. – № 5. – С. 3-5.
2. *Атаманчук П. С.* Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів : [монографія] / П. С. Атаманчук, О. П. Панчук. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський нац. ун-т імені Івана Огієнка, 2011. – 252 с.
3. *Галатюк Ю.* Особливості моделювання процесу розв'язування творчої фізичної задачі / Юрій Галатюк // *Фізика та астрономія в школі*. – 2011. – № 4. – С. 13-17.
4. *Головко М. В.* Розвиток системи вимог до навчальних досягнень учнів у вітчизняній теорії та методики навчання фізики / М. В. Головко // *Наукові записки: Серія: Педагогічні науки*. – 2007. – Вип. 72. – Ч. 1. – С. 27-33. – (КДПУ ім. В. Винниченка).
5. *Гриценко В. Г.* Нові інформаційні технології при вивченні статистичних закономірностей у процесі підготовки вчителів фізики : дис. ... кандидата пед. наук : спец. 13.00.02 “теорія і методика навчання фізики” / Валерій Григорович Гриценко. – Черкаси : Черкаський державний університет імені Богдана Хмельницького, 1998. – 198 с.
6. *Гулд Х.* Компьютерное моделирование в физике : [в 2 ч.] / Х. Гулд, Я. Тобочник ; пер. с англ. – М. : Мир, 1990. – Ч. 1. – 349 с. – Ч. 2. – 400 с.
7. *Дудик М. В.* Моделювання фізичних явищ у комп'ютерних навчальних програмах : [навч. посібник] / М. В. Дудик, С. А. Хазіна. – Умань, 2007. – 72 с.
8. *Калапуша Л. Р.* Моделювання у вивченні фізики : монографія / Л. Р. Калапуша. – К. : Рад. шк., 1982. – 157 с.
9. *Калапуша Л. Р.* Моделювання у викладанні фізики в школі : монографія / Л. Р. Калапуша. – К. : Рад. шк., 1968. – 124 с.
10. *Каменецкий С. Е.* Модели и аналогии в процессе обучения физике : пособие для учителей / С. Е. Каменецкий, Н. А. Солодухин. – М. : Просвещение, 1982. – 96 с.
11. *Коновал А. А.* Модель управления процессом обучения физике : дидактический аспект / А. А. Коновал, П. И. Самойленко, А. В. Сергеев // *Специалист*. – 2003. – № 4. – С. 35–37.
12. *Коновал О. А.* Теоретичні та методичні основи вивчення електродинаміки на засадах теорії відносності : [монографія] / О. А. Коновал. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2009. – 346 с.
13. *Королев М. Ю.* Методическая система обучения методу моделирования студентов естественнонаучных и математических направлений подготовки в педвузах : дис. ... доктора пед. наук : спец. 13.00.02 “теория и методика обучения и воспитания (естествознание)” / Максим Юрьевич Королев. – М. : Московский педагогический государственный университет, 2012. – 501 с.
14. *Коршак Є.* Математичне моделювання під час розв'язування фізичних задач / Є. Коршак, Н. Коршак // *Фізика та астрономія в школі*. – 2010. – № 3. – С. 10-11.
15. *Лабораторний практикум з курсу загальної фізики : навчально-методичний посібник : у 5 ч.* / [Царенко О. М., Сальник І. В., Подопрігора Н. В. і ін.] ; за ред. О. М. Царенка і І. В. Сальник. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2010. – Ч.2 : Молекулярна фізика. – 96 с.
16. *Лодатко С. О.* Моделювання в педагогіці: точки відліку / С. О. Лодатко // *Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку: ел. журнал*. – Вип. 1. – 2010 // Портал суч. пед. ресурсів: [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.intellect-invest.org.ua/ukr/pedagog_editions_e-magazine_pedagogical_science_vypuski_n1_2010_st_2/
17. *Михеев В. И.* Моделирование и методы теории измерений в педагогике / В. И. Михеев. – М. : КомКнига, 2006. – 200 с.
18. *Мултановский В. В.* Проблема теоретических обобщений в курсе физики средней школы : автореф. дис. на соискание науч. степени д-ра пед. наук : спец. 13.00.02 “Теория и методика обучения и воспитания (физика)” / Вячеслав Всеволодович Мултановский. – АПН СССР; НИИ Содержания и методов обучения. – М., 1979. – 44 с.

19. Павленко А. І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач (Теоретичні основи) : монографія / А. І. Павленко. – К. : Міжнар. фін. агенція, 1997. – 177 с.
20. Паламарчук В. Ф. Техне интеллектус (технология интеллектуальной деятельности учеников) / В. Ф. Паламарчук. – Сумы : ВВП “Мечта-1” АТД, 1999. – 120 с.
21. Подмазин С. И. Личностно-ориентированное образование: социально-философское исследование : [монография] / С. И. Подмазин. – Запорожье : Просвіта, 2000. – 250 с.
22. Подопрігора Н. В. Про навчання експериментальних і теоретичних методів фізики у педагогічному університеті / Н. В. Подопрігора // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2013. – Вип. 4. – Ч. 1. – С. 204-209. – (Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка).
23. Разумовский В. Г. Проблема развития творческих способностей учащихся в процессе обучения физике : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 “теория и методика обучения и воспитания (физика)” / Разумовский Василий Григорьевич. – М., АПН СССР; НИИ Содержания и методов обучения, 1972. – 507 с.
24. Разумовский В. Г. Экспериментальное изучение фотоэффекта на основе метода научного познания / В. Г. Разумовский, В. В. Майер, В. М. Стрелков // Физика в школе. – 2010. – № 2. – С. 38-51.
25. Уемов А. И. Логические основы метода моделирования / А. И. Уемов. – М. : Мысль, 1971. – 312 с.
26. Шарко В. Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти : монографія / Шарко В. Д. – Херсон : Вид-во ХДУ, 2006. – 400 с.
27. Шефер Н. И. Конструирование и испытание модели электромагнитной пушки / Н. И. Шефер // Физика в школе. – 2008. – № 8. – С. 51-52.
28. Штофф В. А. Моделирование и философия / В. А. Штофф. – М. : – Л. : Наука, 1966. – 303 с.

Подопрігора Н. В. Функції моделювання относительно обучения математических методов физики будущих учителей физики.

В статье проанализирован педагогический опыт исследований категории моделирования относительно ее содержания, структуры и дидактических свойств в теории и методике обучения физике. Установлено, что моделирование многоаспектная категория, которая является как методом познания и обучения физике, так и объектом, а также целью исследования в процессе проектирования методической системы обучения математическим методам физики в педагогических университетах. Выделены функции моделирования (познавательные, наглядные, интегративные, деятельносные, развивающие) как методические основы обучения математическим методам физики.

Ключевые слова: моделирование, функции моделирования, математические методы физики, обучение физике в педагогическом университете.

Podoprigora N. V. Functions in relation to the studies of mathematical methods of physics of future teachers of physics.

In the article the analysis of scientifically-methodical literature is executed in relation to finding out of maintenance and structure of design concept in a theory and methodology of studies of physics. It is set that a design is a multidimensional category: by the method of cognition and studies of physics; by an object and research aim in planning of the methodical departmental of mathematical methods of physics teaching in pedagogical universities. Design (cognitive, evident, integrative, activitive, developing) functions as methodical principles of studies of mathematical methods of physics.

Keywords: design, design functions, mathematical methods of physics, educating to physics in a pedagogical university.