

напруги U_k , можна досягнути компенсації дії цих сил на електрон (рис. 5 в), тобто:

$$\frac{eU_k}{d} = \frac{\mu_0 dI}{2\pi r} e v. \quad (12)$$

Звідки швидкість v руху електрона:

$$v = \frac{2\pi r U_k}{\mu_0 d I}. \quad (13)$$

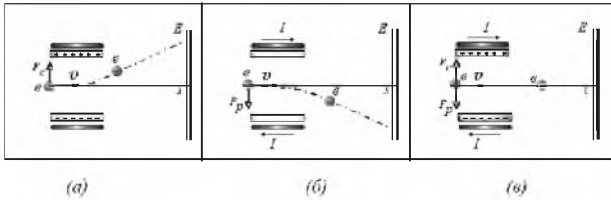


Рис. 5. Електрон у взаємно перпендикулярних електричному (а) та магнітному полях (б); (в) дія сил компенсує одна одну

Підставивши отриману величину v у рівняння

$$\frac{e}{m} = \frac{v^2}{2U_{np}}, \quad (14)$$

яке випливає із закону збереження та перетворення енергії:

$$eU_{np} = \frac{mv^2}{2},$$

знаходять величину питомого заряду електрона.

На закінчення зауважимо, що впровадження розробки у навчальний процес сприяє засвоєнню важливих світоглядних понять фізики, які пов'язані з електромагнетизмом та спеціальною теорією відносності Ейнштейна.

Список використаних джерел:

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М. Фейнмановские лекции по физике. Пер. с англ. — М.: Мир, 1977, вып. 5. — С.266-277.
2. Оррир Дж. Физика. Пер. с англ. — М.: Мир. Т.1. — С.274-283.

УДК 378.14.026

Ю.С.Оселедчик, Т.М.Точиліна, Є.Я.Швець

Запорізька державна інженерна академія

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ОНТОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ З ФІЗИКИ

В матеріалі подано аналіз принципів побудови онтологічної моделі навчального процесу з фізики.

Ключові слова: навчання фізики, онтологічна модель, навчальний процес, принципи побудови.

“Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті” та бажання приєднатися до Болонської угоди потребує внесення якісних змін в структурну організацію і планування процесу навчання, його зміст, систему контролю й оцінки одержуваних результатів.

Слід відзначити, що методика навчання фізики у вищій школі за останнє десятиріччя розвивається досить інтенсивно. Проте залишається цілий ряд проблем, які або зовсім не розв'язувались, або не знайшли повного вирішення, зокрема: проблема створення онтологічної моделі навчання та побудова навчально-методичного комплексу з використанням комп'ютерних інформаційних технологій.

Теоретичні основи навчально-методичного комплексу з фізики були розглянуті у роботах П.І. Самоїленка. Однак збудована ним модель відповідає курсу фізики середнього спеціального навчального закладу і тому її застосування для вищої технічної школи обмежено. Що ж стосується вищої технічної школи, то до останнього часу ця проблема не розглядалася.

3. Способ исследования движения электронов в электрическом и магнитном полях: А.с. 1472940 СССР, МКУ G09B 23/18. / Орищин Ю.М., Савчин В.П., Вайданич В.И., Стахира Й.М. (СССР). — №4220782/31-12. Заявлено 01.04.87. Опубл. 15.04.89. Бюлл.14. — 3 с.
4. Учебный прибор для исследования движения электронов в электрическом и магнитных полях: А.с. 1536431 СССР, МКУ G 09 B 23/18. / Орищин Ю.М., Савчин В.П., Вайданич В.И., Стахира Й.М. (СССР). — №4267325/31-12. Заявлено 24.06.87. Опубл. 15.01.90. Бюлл.2. — 3 с.
5. Портис А. Физическая лаборатория. Берклевский курс физики. Пер. с англ. — М.: Наука 1978. — С.38-46.

The proposed model of teaching, a course concerning the relativism of magnetism, integrates lectures, laboratory and practical classes.

Problem-centered lectures show that the magnetism laws results from the electrostatic equations and the special theory of relativity. An example selected to illustrate the problem is an analysis of an electron movement along a current conductor.

Laboratory studies involve experimental examination of an electron movement along a current conductor. To this end a special device for investigating the movement of electrons in electric and magnetic fields was developed and fabricated. Additionally we have prepared several experimental tasks to be performed with the device mentioned above. The teaching strategy is designed so that an electron velocity can be determined by several methods, and then its value will be used to determine the electron specific charge and velocity of light.

Practical studies include solving problems which are supposed to be experimentally tested in laboratory afterwards. Real studies are simulated with computerized models.

It is essential that preparation for laboratory and practical studies necessarily demands that a student should fully comprehend the relativity principle and fundamentals of Einstein's special theory of relativity.

Key words: the technology of teaching, the relativism of magnetism, the real and simulated experiment, the electron specific charge and velocity of light.

Отримано: 20.04.2005.

структурній побудові. Отже, перший крок у моделюванні навчання фізики полягає в обґрунтуванні загального теоретичного принципу, який детермінує розвиток змісту великого обсягу навчальної інформації.

Для чіткого виділення елементів теорії та зв'язків необхідна побудова структури досліджуваної фізичної теорії, тому що зміст моделі навчання являє собою систему елементів, які мають різний статус та об'єднані генетичними й функціональними зв'язками. При цьому статус структурного елемента визначається не його змістом, а місцем у загальній системі фізичної теорії. Структурування теорії й виділення в її структурі етапів принципу циклічності становить другий крок у процедурі побудови моделей навчання.

З дидактичних цілей впливає необхідність кількісної характеристики статусу досліджуваних елементів змісту. Наприклад, при проектуванні навчального процесу з вивчення фундаментальних або другорядних положень теорії доцільно передбачити відповідний розподіл навчального часу й кількості виконуваних завдань. Це, у свою чергу, вимагає введення кількісних показників, які характеризують статус структурних елементів теорії. Обґрунтування й розрахунок цих коефіцієнтів є третім кроком у побудові моделей навчання.

Відомо, що одним з основних засобів, які сприяють усвідомленому сприйняттю студентами навчального матеріалу, є виконання ними завдань, адекватних теорії. Адекватність цих систем виражається у двох факторах: по-перше, комплекс завдань відображає всі зв'язки, які функціонують у системі теорії, по-друге, розподіл завдань у цьому комплексі відбувається на основі кількісної оцінки статусу структурних елементів теорії. Крім того, для узагальнюючого повторення вивченого матеріалу система завдань повинна будуватися інакше, ніж для первісного вивчення теорії, тому що в цьому випадку вона повинна містити як ретроспективні, так і перспективні внутріпредметні і міжпредметні зв'язки. Отже, четвертим кроком у моделюванні навчального процесу з фізики є розробка правил нормування завдань і побудова нормувальних таблиць.

Виконанням нормування завдань не завершується вирішення проблеми конструювання системи завдань, тому що ця проблема має й змістовний аспект. Тому наступний крок у побудові моделей навчання містить розробку змісту цієї системи, яка здійснюється шляхом особливої процедури, заснованої на аналізі структурних елементів теорії.

При моделюванні занять важливою обставиною є врахування фактору часу, на підставі чого можливо раціонально розподілити навчальний час, необхідний для вивчення окремих питань програми. Розрахунок дозування навчального часу, виконаний з використанням кількісних показників, отриманих при теоретичному й методичному аналізі фізичних теорій, а також системи завдань, є шостим кроком у моделюванні процесу вивчення фізики.

Дані, отримані при розрахунку дозування навчального часу, є передумовою для планування теми за видами занять. Оскільки онтологічні моделі навчання базуються на змісті дисципліни, що відображено в програмі, то в плануванні теми необхідно виходити з кількості кредитів, відведених програмою на її вивчення. Тематичне планування, яке проводиться на основі розрахунку дозування навчального часу в рамках теорії в цілому, є сьомим кроком у побудові моделей занять з фізики.

Важливий крок у процедурі побудови моделей навчання фізики полягає у виборі методів навчання залежно від змісту навчального матеріалу. Цей вибір заснований на застосуванні відповідних орієнтованих алгоритмів, розроблених для різних категорій методів.

Крім змістовних і методичних компонентів моделі повинні містити засоби, що забезпечують одержання діагностичної картини про результати навчального процесу. Така процедура побудови моделей навчання орієнтує на вивчення системи в цілому. Засоби діагно-

стики повинні подавати інформацію про сформованість якості системності знань. Отже, моделювання процесу навчання містить процедуру системного аналізу знань студентів. Системи повторювально-узагальнюючих занять повинні містити компоненти й вимірники системного аналізу знань студентів. Тому наступним кроком у процедурі побудови онтологічних моделей навчання фізики є конструювання рівнів системності знань і розробка відповідних вимірників.

Оскільки при моделюванні навчального процесу його зміст піддається методичній трансформації, то виникає необхідність технологічного етапу в процедурі побудови узагальненої моделі навчального процесу з фізики. На цьому етапі інтегруються як класичні, так й інноваційні підходи до розробки конкретних моделей навчання, а також новаторський педагогічний досвід, у результаті чого формуються технологічні схеми. Конкретні моделі з різних видів занять конструюються за допомогою відбору, модифікацій і деталізації компонентів узагальненої моделі.

Таким чином, узагальнена онтологічна модель становить єдність компонентів: змісту, системи завдань, методів і прийомів навчання, одержує конкретизацію в результаті описаних вище операцій – кроків, на кожному з яких відображається структура фізичної теорії в цілому. Спираючись на зазначену процедуру, можна визначити поняття даної моделі.

Онтологічна модель навчання фізики становить собою проект процесу навчання фізики, в основу якого покладено зміст фізичної теорії. Його дидактичні і методичні аспекти розробляються з орієнтацією на цей зміст за допомогою специфічних процедур. Особливість даної моделі полягає в тому, що навчальний процес кожного виду заняття проектується як частина більш глобального процесу вивчення всієї теорії в цілому. Даній моделі властиві не тільки конструктивні, але й гносеологічні функції, оскільки її зіставлення з реальним навчальним процесом навчання може надати інформацію про значення даного виду заняття у вирішенні загальних дидактичних завдань вивчення фізичної теорії в цілому.

Отже, з короткого опису процедури побудови узагальненої онтологічної моделі процесу навчання фізики у ВТНЗ слідує необхідність конструювання структури цієї моделі за схемою – «ядро й оболонки» (рис. 1). Ядро моделі – це структурований зміст досліджуваних у ВТНЗ фізичних теорій; з ним органічно пов'язані три оболонки: нормативна, методична й технологічна. Розглянемо більш детально зазначені складові частини узагальненої моделі.

Основна структурна частина моделі – ядро – становить собою досліджуваний у ВТНЗ компонент базової наукової теорії і його дидактичну трансформацію. Вихідним джерелом методичного аналізу необхідно використати саме науковий зміст теорії, якому завдяки внутрішній логіці науки властива системність – основна якість всіх завершених теорій. Оскільки досліджувані у ВТНЗ фізичні теорії піддаються дидактичній трансформації, то при цьому система теорії може порушуватися внаслідок виключення деяких важкодоступних для вивчення елементів (у цьому плані показовий приклад модуля «Квантова фізика» у ВТНЗ курсі). Тому генетичні й ієрархічні зв'язки між елементами досліджуваної теорії можуть бути однозначно визначені лише шляхом її зіставлення з базовою науковою теорією. Зміст досліджуваної теорії піддається структуризації відповідно до динаміки її поняттєво-концептуального апарату. При цьому в її структурі елементи інтегруються на основі форм теоретичних узагальнень (досліджувані факти, моделі, поняття, закони, наслідки, практичне застосування). У методиці навчання фізики такий підхід визначений як прояв принципу циклічності в навчанні фізики. Отже, ядро узагальненої моделі навчального процесу з фізи-

ки має внутрішню підструктуру, яка складається з трьох компонентів: базова наукова теорія, дидактично трансформована теорія та виділені в структурі теорії форми теоретичних узагальнень, які відображають цикл навчального пізнання фізики.

Нормативна оболонка моделі формується аналітичним шляхом на основі структурної схеми й характеристик ядра. При цьому використовуються показники: загальна кількість структурних елементів; кількість елементів, об'єднаних в етапи принципу циклічності; кількість внутрішньоструктурних зв'язків кожного елемента схеми (коефіцієнт теоретичної значимості); показник, який відображає середню кількість зв'язків, що припадають на один елемент схеми в рамках одного етапу циклу (коефіцієнт циклу), він кількісно виражає статус досліджуваного питання в системі теорії.

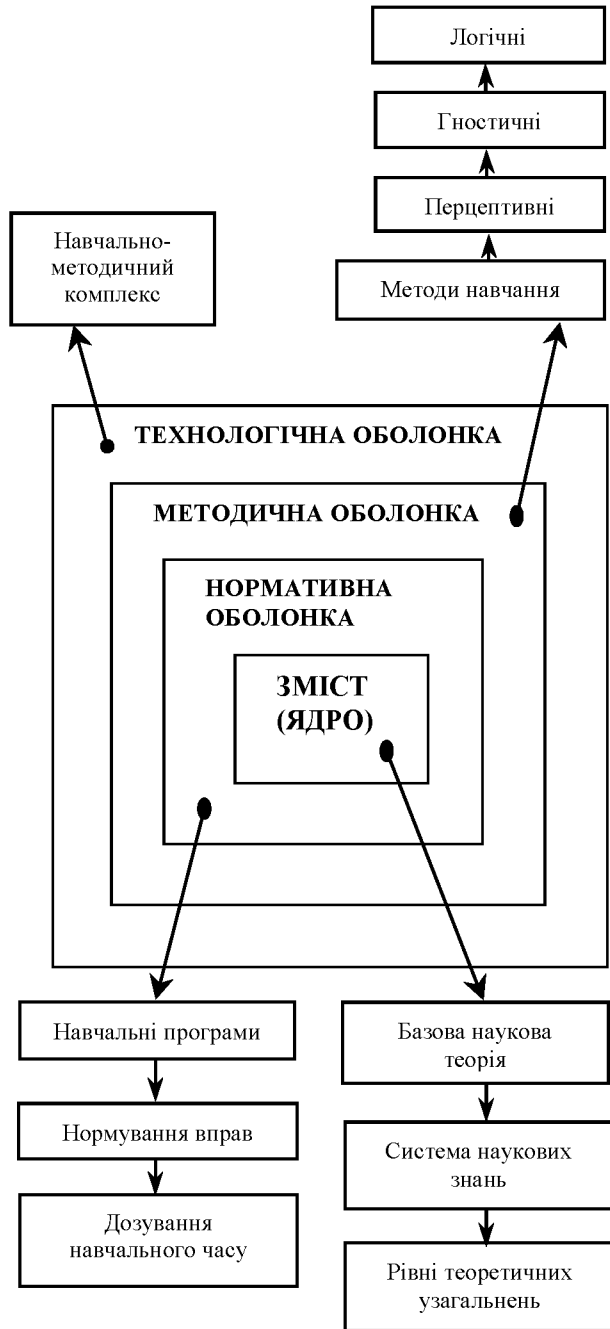


Рис. 1. Загальна структура моделі навчання у вищій технічній школі

З урахуванням зазначених показників виконуються нормування практичних завдань. Далі в нормативну оболонку вводиться кількісне обґрунтування розподілу навчального часу, призначеного для вивчен-

ня окремих структурних елементів теорії (нормувальні таблиці дозування навчального часу). Цей розрахунок виконується за спеціальною методикою. Результати розрахунків використовувалися для виконання планування – розподілу за видами занять питань теми (елементів структури теорії).

Отже, у результаті конструювання нормативної оболонки до змістовного ядра узагальненої моделі навчального процесу фізики приєднуються такі блоки: кількісний розподіл завдань і навчального часу за елементами досліджуваної теорії, а також розподіл питань теми за видами занять.

Друга оболонка узагальненої моделі – **методична** – містить обґрунтований набір методів і прийомів для вивчення елементів теорії. У цей набір входять групи перцептивних, логічних і гностичних методів навчання, відбір яких відбувається за допомогою нежорстких алгоритмів на основі аналізу специфіки змісту занять. Таким чином, друга оболонка моделі, як і перша, органічно пов'язана з її ядром. При цьому вибір гностичних методів обґрунтовується структурною побудовою як системи теорії в цілому, так й її компонентів; ураховується ступінь розгалуженості структури, кількість логічних переходів і розривів у структурній схемі змісту занять.

Призначення третьої оболонки моделі – **технологічної** – забезпечити умови для функціонування на практиці онтологічних моделей навчального процесу.

Тому її підструктуру утворюють трансформовані відповідно до складу методичної оболонки елементи теорії. Набір методів навчання, спрямований на вивчення конкретних компонентів фізичної теорії, постає як орієнтир для перетворень і модифікацій змісту й наступного оформлення його у вигляді навчальних матеріалів. Отже, завдяки третій оболонці зміст навчання (ядро моделі) одержує реальний вихід у практику навчання. Функціонування саме цієї складової частини узагальненої моделі детермінує розробку навчально-методичного комплексу, який, власне кажучи, і становить її основний зміст.

Сформулюємо основні принципи побудови системної моделі навчання з фізики.

Перший принцип побудови – це методичний **принцип циклічності**, який забезпечує можливість ранжування досліджуваних питань за їхньою значущістю та можливість універсалізації системної моделі, її узагальненої структури й процедури формування.

Другий принцип визначає **методологічний** шлях конструювання даної моделі від абстрактного до конкретного, відповідно до якого на першому етапі моделювання навчання виділяються загальні абстракції. Їхнім вихідним джерелом є зміст досліджуваних теорій, що визначає сутність навчального пізнання. Розвиток змісту підкорюється тільки внутрішній логіці науки, він нейтральний стосовно реального навчального процесу, у той час як методика конкретного заняття й технологія навчання підкорюються дидактичним цілям.

Третій принцип, введений у концепцію розробки узагальненої моделі занять фізики, – **системний**. Відповідно до нього дана модель – це система з усіма притаманними системним об'єктам властивостями. Відповідно до цього принципу окремий вид занять розглядається у загальній системі занять з даного модуля (розділу), тому на першому етапі побудови системної моделі проводяться теоретичний і методичний аналізи досліджуваної фізичної теорії.

На завершальному етапі побудови моделі цей принцип диктує необхідність розробки спеціального інструментарію для оцінки якості знань у масштабі цілісності теорії (модуля), із цією метою конструюються моделі системних знань студентів з використанням методики системного аналізу знань. У дослідженні обґрунтовані наступні властивості узагальненої моделі:

☑ здатність до саморозвитку (це виявилось в конструюванні варіативних структур моделі, у розробці

нових локальних моделей практичних завдань, інструментарію багатофакторної перевірки знань, методик узагальнюючого повторення й ін.);

- ☑ універсальність моделі (у дослідженні показано, що при всьому різноманітті й специфіці змісту процедура побудови моделі навчання, її узагальнена структура легко екстраполюються на всі великі теоретичні модулі курсу фізики);
- ☑ незважаючи на інваріантність механізму конструювання моделі навчання фізики їй властива гнучкість і динамічність, притаманні всім системним об'єктам (це виявилось у тому, що модель модифікується й конкретизується відповідно до актуальних дидактичних цілей й психолого-педагогічної специфіки навчального процесу).

Принцип системності моделі виявляється на всіх етапах її розробки: на першому етапі наближення, коли модель неповна, що має лише змістовну компоненту, і на завершальному етапі за наявності в ній конкретизованих дидактичних ситуацій елементів.

Четвертий концептуальний принцип — це **принцип структурної цілісності** узагальненої системної моделі навчання фізики. У роботі показано, що структура даної моделі — це цілісна побудова без розривів, із чіткою послідовністю елементів. Ця структура еволюціонує, відображаючи різний ступінь узагальненості моделі. Розгалуження структури відбувається за схемою «ядра й оболонки», у якій конкретизується структурний принцип концепції. Прояв цього принципу призводить до формування зі змістовного ядра трьох оболонок: нормативної, методичної й технологічної, які структуруються рекурсивно: кожна наступна ґрунтується на елементах попередньої.

П'ятий концептуальний принцип — це **принцип функціональності**, що детермінує динаміку функцій моделі як у процесі розвитку її абстрактної складової, так й у поєднанні із цілями й завданнями реального навчального процесу. Основні функції системної моделі:

- демонстрація загальних підходів до проектування навчального процесу з фізики від його змістовного ядра до трьох функціональних оболонок: нормативної, методичної, технологічної;
- забезпечення формування нормативної бази навчального процесу на основі кількісних показників: тематичного планування, нормування вправ різного типу; дозування навчального часу й ін.;
- забезпечення поєднання основних компонентів навчального процесу (змісту, комплексу методів навчання) і відповідних дидактичних матеріалів (блоків навчально-методичного комплексу);
- стимулювання розвитку компонентів моделі і її практичних інтерпретацій, наприклад, мотиваційного й діагностичного блоків УМК, органічно пов'язаних з ядром моделі;
- динамічність моделі, органічно властива їй здатність до саморозвитку породжує таку її функцію, як генерування нових прийомів, моделей і засобів навчання. У дослідженні ця функція розкривається на конкретних прикладах: обґрунтування принци-

пово нової форми й структури навчальної літератури з фізики; комплексу нетрадиційних прийомів навчання, нових форм узагальнених завдань.

Шостий принцип, на якому ґрунтується побудова системної моделі занять з фізики, відображає високий ступінь її **інформативності**, оскільки ця модель — складна інформаційна система. Вона містить інформацію про основні й другорядні питання теми, про їхній статус у циклічній схемі навчального пізнання, про кількісні характеристики структури досліджуваної теорії, про рекомендовану кількість завдань для кожного практичного заняття, про розподіл навчального часу, відведеного програмою, між питаннями теми, про фізичні експерименти з даної теми, про засоби й форми розвитку мотивації навчання, засновані на змісті цієї теми й ін. Ця й інша інформація закладені як у теоретичних блоках моделі, так й у її технологічному компоненті, реалізованих за допомогою НМК.

Зазначені принципи системного моделювання навчального процесу з фізики реалізовані в процедурі побудови цієї моделі.

Відзначимо, що розроблена методика планування навчального матеріалу з фізики диктує необхідність перегляду підходів до організації навчального процесу, розробки нових технологій і нового методичного забезпечення поряд з діючим. Зміна процесуального компонента навчального процесу супроводжується зміною функцій і ролі практичних завдань у навчанні, що включаються в навчальний процес не тільки на етапі повторення й закріплення знань, але й активно використовуються при самостійному вивченні навчальної інформації. У зв'язку з цим актуальною є розробка систем практичних завдань із зазначеними функціями.

Список використаних джерел:

1. *Архангельський С.И.* Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. — М.: Высш. шк., 1980. — 368 с.
2. *Боллобаи Я.Я.* Организация навчального процесу у вищих закладах освіти: Навч. посібник для слухачів закладів підвищення кваліфікації системи вищої освіти. — К.: ВВП «КОМПАС», 1997. — 64 с.
3. *Луцкич Э.В.* Теория и методика общенаучной подготовки в инженерной высшей школе: Диссерт. ...доктора пед. наук. — К., 1996. — 240 с.
4. *Самойленко П.И.* Повышение эффективности обучения физике: Учебно-методическое пособие. — М.: Высш. шк., 1993
5. *Селевко Г.К.* Современные образовательные технологии. — М.: Народное образование, 1998. — 256 с.

In material the analysis of principles of construction of ontological model of educational process is given from physics.

Key words: studies of physics, ontological model, educational process, principles of construction.

Отримано: 23.05.2005.

УДК 372.853

Остапчук М.В.

Рівненський державний гуманітарний університет

РОЗГЛЯД ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ КРИЗЬ ПРИЗМУ ДИДАКТИЧНОЇ СИСТЕМИ

У статті розглянуто проблемне навчання як дидактичну систему. Визначено і проаналізовано функціонально-морфологічні компоненти системи. Дане навчання зорієнтоване не на інформативну, а на розвивальну функцію особистості. Такий підхід формулює цілісне бачення учнями методу наукового пізнання.

Ключові слова: проблемне навчання фізики, дидактична система, розвивальна функція особистості, метод наукового пізнання.