

ДИДАКТИКА, МЕТОДИКА, НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

БАГАТОРІВНЕВЕ СТРУКТУРУВАННЯ І МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ В НАВЧАННІ ФІЗИКИ

С.У.ГОНЧАРЕНКО, Т.М.ФРОЛОВА

Авторы обосновывают многоуровневый подход к структурированию курса физики как совокупности физических теорий и рассматривают его применение на примере обобщения учебного материала классической электродинамики в курсе физики средней школы.

The authors ground multilevel approach to structurizing physics course as a totality of physical theories and consider its application on the example of generalization of the classic electrodynamics program material in the secondary school physics course.

Науковий рівень фізичної освіти підвищується у вітчизняній дидактиці і методиці з виділенням теорії як основної і найважливішої форми знання. Це зумовлює правомірність виявлення сутності цілісного підходу до вивчення фізичних теорій, організації системного та узагальненого їх засвоєння. Вирішення цього завдання тісно пов'язане з потребою реалізувати в навчанні генералізацію знань як провідний принцип методики фізики—принцип циклічної побудови навчального матеріалу від вихідних дослідних фактів, основних понять, законів і принципів, найважливіших теоретичних висновків до їх практичних застосувань.

Теоретичний аналіз результатів дослідження проблеми показує, що не вироблено єдиної точки зору на перетворення наукової теорії в навчальну. Різні аспекти трансформації пов'язані з виділенням різних істотних рис наукової теорії, які вибирають автори для перенесення в навчальну систему знань: семантичної структури та відповідних їй ієрархічних зв'язків (Л.Зоріна, Б.Коротяєв, П.Підкасистий, І.Лернер); функцій та синтаксичної структури в процесі пізнання (Б.Коротяєв, П.Підкасистий, В.Хозяїнов та ін.); сукупність "наскрізних" елементів теорії (Т.Бабенкова, В.Мултановський та ін.); циклу пізнання (В.Мултановський та ін.). Високо оцінюючи наукове значення проведених досліджень, доцільно, однак, зауважити, що процес цілісного перетворення наукових знань у навчальні потребує уточнень методологічного характеру.

Вихідним для аналізу наукової теорії ми обрали системний підхід, методологічні принципи якого потребують виявлення

феномена цілісності і складу цілого (структурні елементи теорії), закономірностей об'єднання частин у ціле (механізми інтеграції елементів теорії), структури теорії.

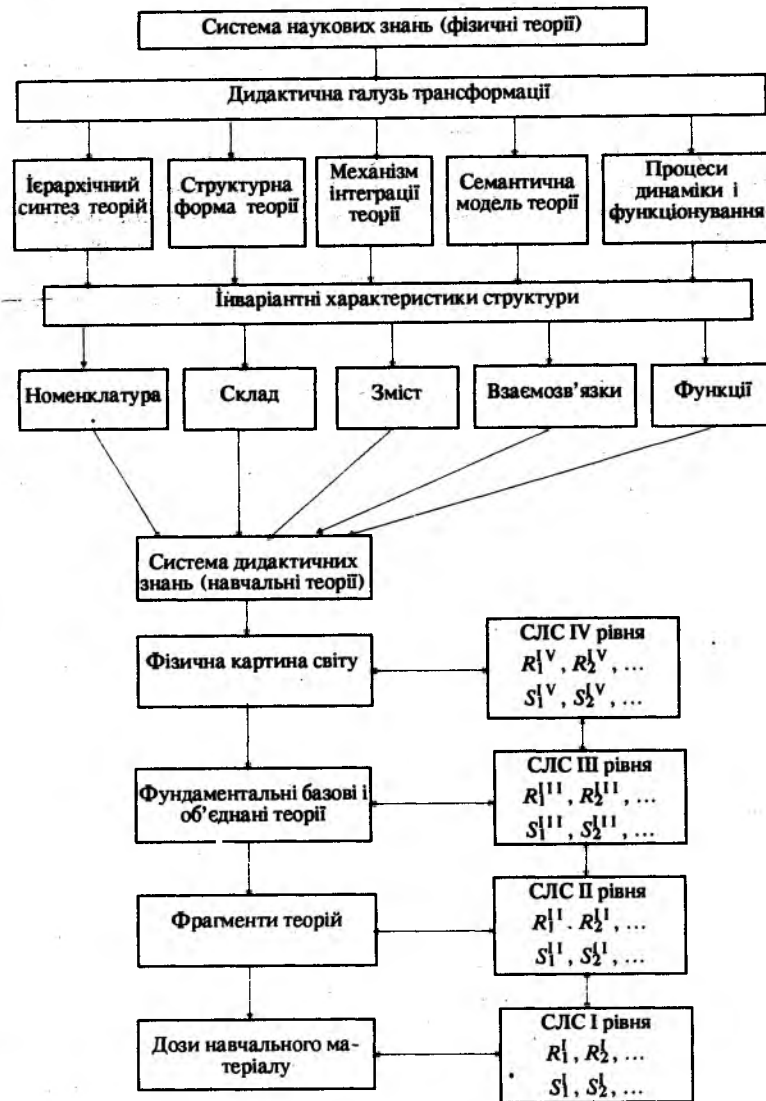
Розгляд основних структурних характеристик і функцій наукових фізичних теорій для виявлення галузі трансформації їх у навчальні дав змогу виокремити такі ознаки цілісної теорії: наявність ієрархічного синтезу теорій; існування способу організації структури теорій як форми цілого за допомогою ієрархічних логічних відношень її компонентів; дія механізму інтеграції теорій у ціле на основі генетичних зв'язків; перебіг процесів динаміки і функціонування цілісної теорії і компонентів.

Аналіз проблеми дав змогу також побудувати модель процесу (схема 1).

Здійснення процесу трансформації за цією схемою сприяє збереженню цілісності теорій. Дослідивши інваріантні характеристики структури навчальних теорій і мети навчання, виділили чотири рівні структурності цілісно поданого навчального матеріалу і, отже, чотири типи структурно-логічних схем (СЛС) за призначенням; зміст, номенклатуру і склад зв'язків поміж ними.

Склад I рівня визначається сукупністю доз (фрагментів) навчального матеріалу, які об'єднуються функціональними, семантичними, логічними і генетичними зв'язками між ними. Зміст II рівня описує фрагменти теорій і складається з елементів I рівня і компонентів теорій. Цілісність рівня забезпечується усіма видами субординаційних зв'язків між компонентами теорій і координаційними зв'язками I рівня. III рівень має склад елементів і зв'язки між ними, сукупність яких становить цілісні фізичні теорії. Він розпадається на підрівні, які відповідають цілісному уявленню фундаментальних і супідрядних до них теорій. Принципи об'єднання елементів теорії в систему ми детально проаналізували. Генетичні, логічні, внутрішні функціональні зв'язки синтезуються у ній. Вони є результатом різних підходів до одного й того ж явища і виділяють стрижневий напрям узагальнення навчального матеріалу, визначають шляхи його генералізації, забезпечують єдність і його мінімізацію. IV рівень утворює фізична картина світу.

Багаторівневий підхід дає змогу виявити дидактичні особливості перероблення інформації на всіх етапах перетворення. Найважливішими з них є виділення "наскрізних" елементів: понять, принципів, ідей і загальних, "наскрізних" зв'язків між цими елементами при переходах від підготовчого етапу структурування до кінцевого, який узагальнює і систематизує вив-



Умовні позначення:
 R_1, R_2, \dots — основні елементи знання;
 S_1, S_2, \dots — зв'язки між ними.

чений матеріал. Багаторівневе структурування сприяє виконанню послідовної і планомірної генералізації знань, оскільки метод теоретичного узагальнення можна розглядати як шлях, а фіксацію системної форми теорії як засіб її здійснення.

Найбільша повнота знань про об'єкт досягається за наявності моделей усіх рівнів. Для цілісного засвоєння матеріалу слід розглядати не лише компоненти різних рівнів, а й різні види взаємозв'язків компонентів. Багаторівневе опрацювання матеріалу, як нам здається, найбільш раціональний шлях пізнання складних систем, оскільки вони полегшують пошуки наукових знань за меншого обсягу пам'яті.

"Багатоповерхова" схема повинна стати тією орієнтуючою основою у навчанні, яка допоможе планомірно і цілеспрямовано досягти головного—міцного, економного і системно-узагальнюючого розуміння навчального матеріалу. Завдяки такому підходові в учнів має закріпитися у знаннях системна узагальнююча "сітка" будь-якої фізичної теорії, що і є умовою осмислення нового матеріалу і перероблення його відповідно до загальної методології побудови фізичних теорій.

Пропонована схема, якщо "накладати" її структури на наявні дидактичні і методичні дослідження питань генералізації навчального матеріалу в середній школі, дає змогу виявити провідні тенденції, перспективні для організації процесу навчання: генералізацію змісту курсу фізики навколо головних логічних зв'язків між елементами системи знань (II і III рівні); генералізацію знань на основі збереження структури і функцій навчальних теорій (III рівень); генералізацію знань на основі "наскрізних" питань (між підрівнями III рівня)—основних принципів і теоретичних понять теорій; генералізацію знань на основі збереження методів циклічної побудови фізичних теорій і забезпечення зв'язків між фундаментальними теоріями за допомогою "наскрізних" елементів—основних ідей (моделей взаємодії) і принципів теорій (II, III, IV рівні).

Виявлені тенденції в генералізації навчального матеріалу в середній школі дають підстави зробити висновок, що концепція багаторівневого структурування має властивості цілісності і дає змогу здійснити узагальнюючий підхід до вивчення фізики.

Отже, у процесі генералізації навчального матеріалу курсу фізики потрібно: виділити головні "наскрізні" елементи з фізичної картини світу (ФКС), які мають значення для систематизації і узагальнення навчального матеріалу: модель матерії, модель взаємодії і головні принципи теоретичних знань; забезпечувати на II і III рівнях структури дію механізму інтеграції, функцій,

генезису і динаміки фізичних навчальних теорій; у разі складного математичного інструментарію наукової теорії забезпечувати її цілісність у навчальній побудовою семантичної моделі теорії; здійснювати циклічну побудову навчального матеріалу курсу фізики: від узагальнення фактів і теоретичних передумов ФКС до побудови абстрактних моделей явищ, від моделей—до виведення теоретичних наслідків, їх дослідної перевірки і застосування; подавати теоретичні знання у вигляді моделей—структурно-логічних схем і системно-узагальнюючих таблиць, які відображають структуру частин і цілісної теорії.

Для ілюстрації застосування у навчанні розглянутої концепції візьмемо теорію, смисловий зміст якої не повністю розкрито в шкільному підручнику—теорію класичної електродинаміки Максвелла. Засвоєння змісту її основних положень допоможе учням краще усвідомити основні положення сучасної ФКС.

Для порівняння якості засвоєння матеріалу на різних рівнях структурності було складено серію програмованих завдань. Наприклад, для виявлення глибини знання фрагментів теорій (у даному разі теорії магнітного поля струму) за кількістю засвоєних логічних зв'язків між елементами структури виконується завдання типу "встановити зв'язки між елементами навчального матеріалу" (завдання 1). Цей вид таблиць містить як орієнтуючу основу дії методологічні знання про фізичну теорію і організаційно належить до III рівня структурності. Друга частина завдання містить відповідні предметні знання, розташовані довільно. Завдання учнів полягає у тому, щоб установити правильні співвідношення між елементами структури теорії і елементами предметного знання. Оцінюється завдання за сумою балів за кожне правильно встановлене співвідношення.

Інформаційна частина завдання орієнтує учнів на виявлення зв'язків між елементами (1, 2 ...17) теорій, поняттями і правилами їх розпізнавання, які є важливими для формування узагальненого поняття магнітного поля. Друга частина завдання—сукупність елементів знання, які розміщені довільно і пронумеровані. Орієнтуючою основою для складання цього типу завдань є СЛС II рівня структурності. В даному разі це СЛС поняття "магнітне поле струму" (схема 2).

Виходячи з набутих знань про структурні елементи теорії Максвелла для даного виду поля та їх місця в СЛС II, учні повинні встановити правильні співвідношення між елементами структури. Критерій оцінювання: кожен правильно вста-

Завдання 1

Магнітне поле струму
1

Вид матерії, яка з класичної точки зору безперервно розподілена у просторі
2

Виявляється і досліджується за поведінкою рухомих заряджених частинок
3

Провідники з струмом у магнітному полі енергії не мають
4

$$\vec{F}_{\text{Лм}} = q [\vec{v} \vec{B}]_5$$

Магнітне поле струму зумовлюється рухомими в даній системі відліку зарядами
6

Магнітних зарядів у природі не існує
7

Лінії індукції магнітного поля струму завжди замкнуті
8

В кожній точці поле характеризується індукцією \vec{B}
9

Характеризується енергією
10

Принцип суперпозиції
11

Частковий випадок абсолютного електромагнітного поля
12

Правило лівої руки
13

Правило правовинтового свердла
14

Фізична величина не інваріантна (залежить від вибору системи відліку)
17

Магнітне поле має вихровий характер
15

Робота магнітного поля на замкнутому шляху дорівнює нулю
16

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+				+	+
2									+	+						
3				+												
4			+						+							
5								+				+		+	+	
6					+	+	+						+	+		
7						+										
8							+					+	+			
9								+	+							+
10									+							+
11																
12																
13																
14																
15														+		
16															+	

Встановити логічний зв'язок між елементами навчального матеріалу 1, 2, 3...17

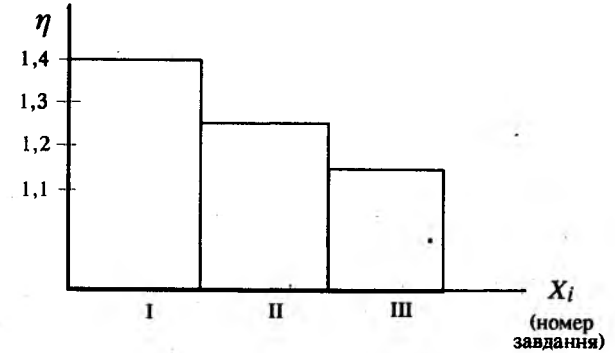
Наявність зв'язку між елементами 1, 2...16, вказаними по горизонталі матриці, з елементами 2, 3, 4...17, вказаними по вертикалі, позначається знаком "+"

новлений зв'язок оцінюється одним балом. Оцінка за завдання дорівнює сумі балів.

Розглянувши всі види полів в електродинаміці, побудувавши СЛС основних понять і фрагментів складових теорій часткових видів полів, переходять до заключного узагальнення теорії Максвелла і побудови узагальнюючої таблиці. Щоб перевірити ефективність засвоєння структури теорії за критерієм системності знання, учням пропонують виконати завдання типу "заповніть таблицю" (завдання 2). У цьому завданні відповідно до кожного з елементів структури теорії Максвелла (I, II, III...X) поставити його зміст (1, 2, 3 ...29).

Після систематизуючого завдання на знання структури теорії Максвелла учням можна запропонувати для з'ясування ефективності узагальнення визначити одне з основних теоретичних понять—магнітний компонент єдиного електромагнітного поля. Магнітне поле—одна з двох сторін матеріального електромагнітного поля, зумовлена рухомими електричними зарядами, зміною в часі і рухом електричного поля, яка чинить силову дію на рухомі заряджені частинки і виявляється за силовою дією на рухомі заряджені частинки, поширюється з швидкістю світла.

З порівняльної діаграми (мал.1) видно, що для всіх завдань характерне позитивне значення коефіцієнта ефективності. Недостатньо високе значення за критерієм системності можна пояснити великим за обсягом узагальнювальним матеріалом, а також тим, що системність пов'язана із зміною принципového підходу до пізнаваних об'єктів. Це зумовлює зміну традиційного мислення і потребує певних зусиль, активності, застосування творчих процедур у пізнавальних механізмах діяльності учнів.

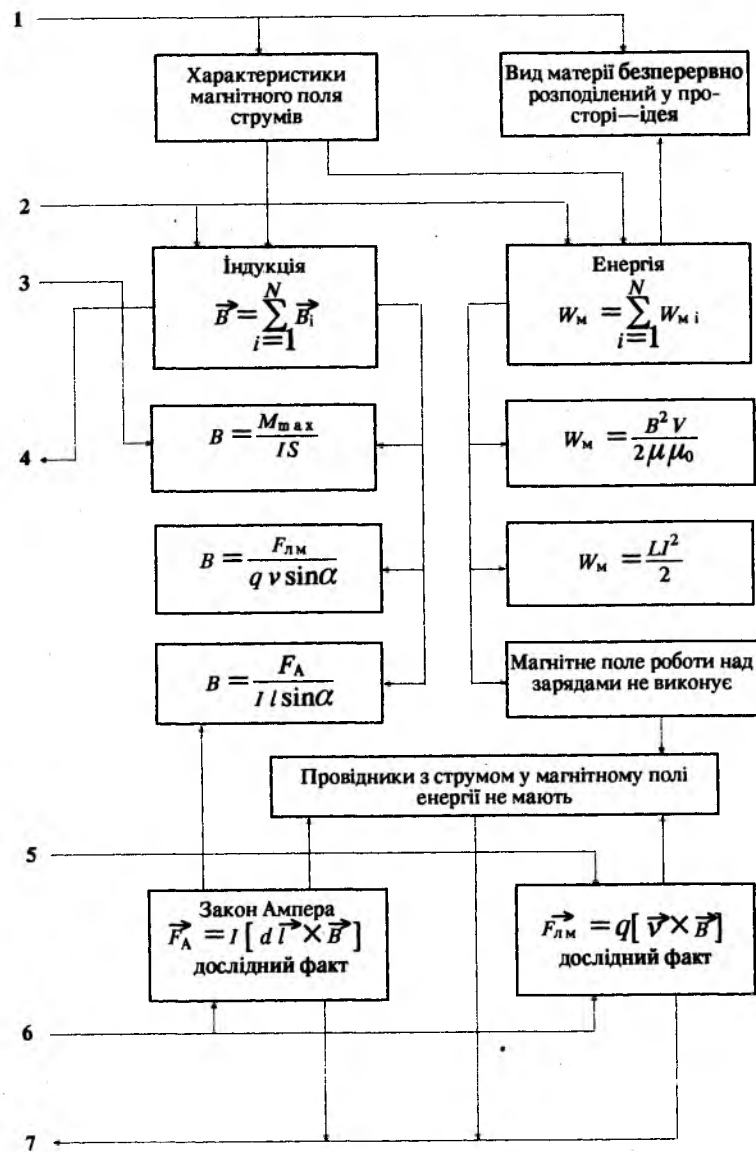
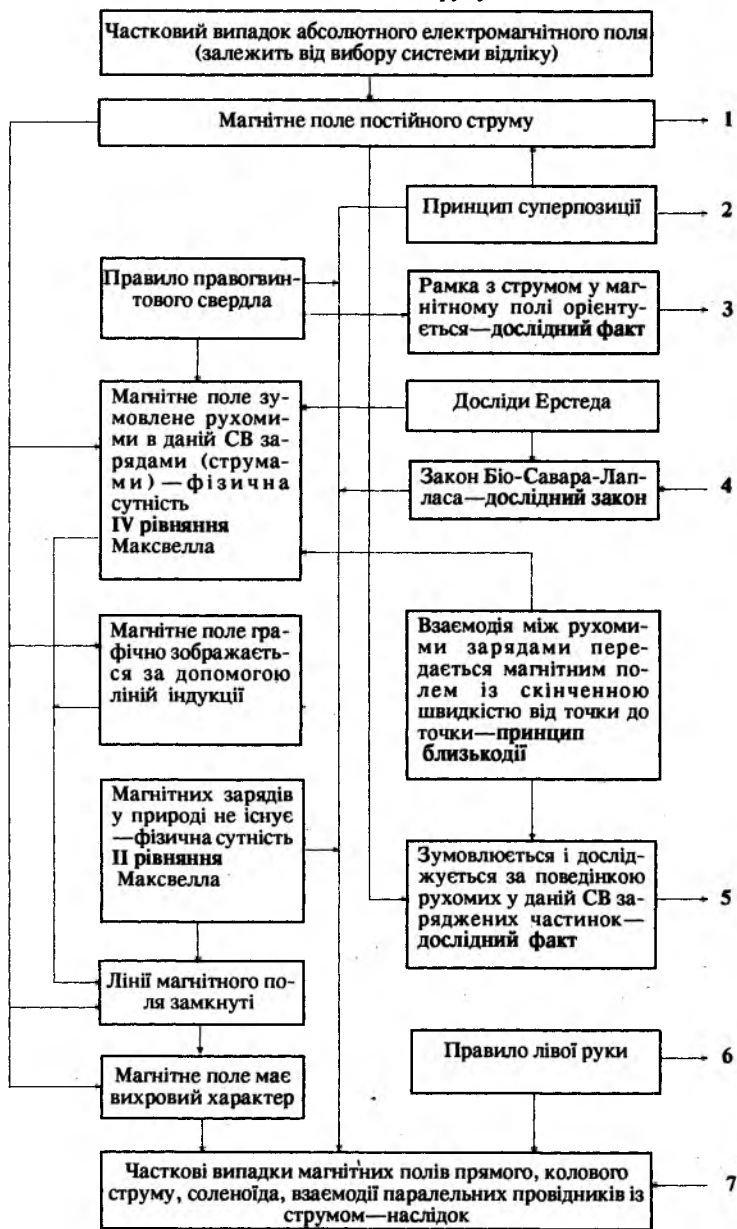


Мал. 1. Порівняльна діаграма

СЛС II. Структурно-логічна схема узагальнення поняття магнітного поля струму

Схема 2

Продовження схеми 2



Структура макроскопічної електродинаміки	Відповіді	Зміст
I. Предмет теорії	7	1. Змінне електричне поле породжує магнітне поле 2. Досліди Біо і Савара 3. Опис електромагнітного поля у вакуумі 4. Всі процеси в електромагнітному полі поширюються із скінченною швидкістю
II. Основні поняття	9,22	5. Зміна вектора індукції магнітного поля у часі викликає зміну вектора напруженості електричного поля E у просторі
III. Гіпотеза Максвелла	1	6. Досліди Герца з виявлення вільних електромагнітних хвиль 7. Властивості і закономірності поведінки особливого виду матерії—електромагнітного поля 8. Вільне електромагнітне поле існує як самостійний об'єкт
IV. Основні ідеї теорії	10,21,28	9. E, B, φ , енергія поля W 10. Єдність електричних і магнітних явищ 11. Суперпозиція електромагнітних полів 12. Досліди Ерстеда 13. Досліди Больцмана з виявлення діелектриків
V. Основний принцип	11,29	14. Магнітних зарядів у природі не існує (не виявлено) 15. Досліди Ома 16. Опис взаємодії поля довгохвильового діапазону з речовиною
VI. Ядро теорії (фізична сутність рівнянь Максвелла)	5,14,25,27	17. Досліди Лебедева з виявлення світлового тиску 18. Світло має електромагнітну природу 19. Досліди Ампера 20. Досліди Герца з дифракції і інтерференції світлових хвиль, їх відбивання і заломлення, вимірювання 21. Наявність єдиного для всіх явищ природи суцільного матеріального середовища. 22. Види полів (електростатичне, електростатичне, стаціонарне, стаціонарне магнітне та ін.), струм зміщення
VII. Дослідне обґрунтування	2,12,15,19,23,26	23. Досліди Фарадея 24. Електромагнітні хвилі поперечні
VIII. Дослідне підтвердження	6,13,17,20	25. У природі існують електричні заряди, які обумовлюють існування електричного поля 26. Досліди Кулона
IX. Межі теорії	3,16	27. Рух електричних зарядів і зміна вектора напруженості електричного поля E з часом породжує зміну вектора індукції магнітного поля B у просторі 28. У природі всі струми можуть розглядатися як замкнуті
X. Основні наслідки теорії	4,8,18,24	29. Взаємодія передається в полі із скінченною швидкістю від точки до точки

Загалом поелементний аналіз виконання завдань дає змогу зробити висновок про основні недоліки в теоретичній підготовці учнів: зміст підготовки з фізики більше орієнтований на формування систематичних знань і узагальнення матеріалу на рівні понять. Виконуючи завдання, учні найчастіше встановлюють зв'язки між однорідними фактами, поняттями і явищами, а підпорядкованість між елементами знання не з'ясовують. А це не сприяє виробленню чіткого уявлення про місце фактів, законів у теорії, її межі застосування і розвитку знання. Основна причина недоліків—недостатнє структурування навчального матеріалу і недооцінка ролі методології для формування цілісних уявлень про фізичні знання.

Одержано редакцією 20.11.1995р.

ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕОРІЇ ІМОВІРНОСТЕЙ І МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ

В.Й.ЯКИЛЯШЕК

Рассматриваются некоторые психолого-педагогические проблемы процесса усвоения вероятностно-статистических понятий при введении новой содержательной линии в курс школьной математики.

In this article there have been considered some psychological and pedagogical questions concerning the mastering process of probable-statistical notions when introducing a new contents line in school course of mathematics.

Оновлення змісту математичної освіти пов'язано з запровадженням нової змістової лінії—елемента теорії імовірностей і математичної статистики (ТІМС). Згідно з концепцією математичної освіти [1], ця змістова лінія повинна ввійти в обов'язковий зміст шкільного курсу математики на всіх ступенях навчання. Концептуальною основою вивчення ТІМС має стати формування особистості (а не носія тільки певної суми знань), що житиме і працюватиме в світі техніки і складних технологій, пізнаватиме явища навколишнього світу, побудованого на ймовірності. В методичному плані потрібен кардинальний перехід від передачі готових знань до формування способів розвитку пізнавального інтересу школярів, виховання культури стохастичного і планетарного мислення. Діяльність є основним фактором становлення й самовизначення особистості.

Вивчення ТІМС у загальноосвітній школі повинно бути диференційованим, тобто передбачати множинність і варіа-