

С. У. Гончаренко, Н. В. Пастернак

ПРОБЛЕМА ПІДВИЩЕННЯ
ТЕОРЕТИЧНОГО РІВНЯ ОСВІТИ

Рассматривается многоуровневое структурирование учебного материала на основе системы методологических ориентиров. Механизм структурирования показан на примере молекулярно-кинетической теории в курсе физики средней школы.

The author considers the multi-level structure of teaching materials on the basis of the methodological orientators system. The mechanism of the structure is shown on the example of the molecular-kinetic theory in the secondary school course of physics.

Пошуки нових підходів у викладанні навчальних дисциплін спрямовано сьогодні на розв'язання суперечності між вимогами високого теоретичного рівня навчального матеріалу та його доступності, наочністю й посильністю. Один із способів розв'язання цієї проблеми сучасна дидактика пов'язує з підвищенням ролі структуривання навчального матеріалу поряд з виявленням сутності цілісного підходу до його вивчення, організацією системного та узагальненого його засвоєння, що об'єднується в понятті «генералізація знань» [2].

Генералізація знань за своєю суттю є вираженням філософського принципу простоти в науковому пізнанні. Зміст цього принципу зводиться до одвічного прагнення знайти стислі загальні формули до величезної кількості фактів, прості й наочні загальні моделі процесів, властивостей, явищ, взаємозв'язків тощо. Але логіка наукового пізнання така, що чим стисліше і всеохоплююче описується реальність, тим складнішими й абстрактнішими є поняття, введені для означення цієї реальності. Прагнучи універсальності, ми все більше теоретизуємо поняття. То-

му перед методистом, який моделює структуру й зміст навчальної дисципліни, трансформованої з наукової, стоїть завдання: шукаючи засобів генералізації навчання, не перехилити важіль у бік абстрагування.

Поняття генералізації як об'єднання, групування навчального матеріалу навколо загальних ідей, принципів, законів, теорій увійшло в дидактику порівняно недавно й нині конкретизується, уточнюється й поглиблюється у зв'язку з переосмисленням традиційних підходів до навчання. Загальновизнаною провідною ідеєю генералізації є систематизація матеріалу в рамках фундаментальних теорій. Адже структура навчального предмета повинна відбивати сучасні погляди наукової теорії. Поряд з цим, різні теорії не можна розглядати ізольовано одна від одної, бо, взаємно доповнюючи одна одну, вони створюють цілісний образ реальності. Тому в навчальному матеріалі виділяють окремі змістові лінії [1, 3], за якими узагальнені знання, наприклад з такої природничо-наукової дисципліни, як фізика, формують конкретно-наукову картину світу (фізичну картину світу — ФКС), а з циклу природничо-наукових дисциплін — природничо-наукову картину світу (ПНКС). Крім цього, формують узагальнені знання про процес наукового пізнання як у межах окремої дисципліни, так і цілого циклу дисциплін. Отже, генералізація повинна ґрунтуватися на системоутворюючих всеохоплюючих орієнтирах науково-практичної діяльності.

Нині широкого визнання, зокрема в дидактиці фізики, набуває ідея багаторівневого структуривання навчального матеріалу за допомогою побудови відповідних структурно-логічних схем (СЛС). Слід визнати, що в методології науки немає готових СЛС, придатних для дидактичної мети. Звідси варіативність підходів і велика кількість різноманітних СЛС, пропонованих для вивчення одного й того самого матеріалу.

В умовах стандартизації освіти особливої ваги набувають короткі, чіткі й однозначні формулювання основних понять про стуктуру й зміст навчального матеріалу, про-

цедуру структурування як таку та пов'язане з нею формування сучасного способу мислення. Передусім ідеться про поняття основних змістових ліній навчального матеріалу. Розгляньмо, наприклад, освітню галузь «Природознавство» й навчальну дисципліну «Фізика». За своєю суттю основні змістові лінії навчального матеріалу є елементами системи методологічних знань, які відіграють роль методологічних орієнтирів у цілісному баченні матеріалу навчальних предметів природничо-наукового циклу. Коротко з'ясуємо зміст і структуру цих елементів.

Основою природничо-наукової картини світу (ПНКС) є уявлення про якісно різні структурні рівні реальності, пов'язані між собою в ієрархічну систему.

Основними рисами ПНКС є:

— структурна й системна організації матерії, яка існує в доступних просторово-часових масштабах, численних ієрархічно взаємопов'язаних системах, починаючи від елементарних частинок і закінчуючи метагалактикою;

— різноякісність, специфічність матеріальних об'єктів на різних рівнях розвитку, що виражається у принциповій відмінності характерів законів їх існування та відповідних наукових дисциплін;

— наявність фундаментальних властивостей, притаманних усім природним об'єктам і явищам: збереженість і взаємна перетворюваність певних характеристик, симетрія, закономірність зв'язків (просторово-часових, причинно-наслідкових, генетичних тощо); єдність зміни і збереження;

— існування двох типів зв'язків: однозначних (класичних) і неоднозначних (імовірних);

— розвиток, еволюція матеріальних систем.

Фізична картина світу (ФКС) є узагальненням (на рівні концептуальних систем) понять фундаментальних фізичних теорій.

Основними рисами ФКС є:

— ієрархічність будови і специфічність фізичних об'єктів на різних щаблях розвитку, що виражається в принциповій відмінності характерів фізичних законів і відповідних фізичних теорій;

— існування фундаментальних взаємодій як основи будь-яких фізичних взаємодій;

— дія універсальних збережуваних характеристик, спільних для різних фізичних об'єктів макро- й мікросвіту та різних видів їх руху; різноякісність і взаємоперетворюваність різних видів енергії;

— наявність певного роду симетрій фізичних явищ і законів, що виявляється в подібності форм за їх якісної відмінності.

Процес наукового пізнання (ПНП) — це специфічна форма цілеспрямованої активної діяльності людства, скерованої на ідеальне відображення реальних процесів, явищ і властивостей об'єктів для їх опанування.

Універсальними рисами ПНП є:

— існування об'єктивного джерела та об'єктивного критерію істинності результатів наукового пізнання у вигляді наукових фактів — результатів наукових спостережень, експериментів та практики їх застосування;

— застосування двох рівнів наукового пізнання — емпіричного й теоретичного, їх нерозривний зв'язок і взаємодія;

— комплексне застосування універсальних елементів наукового пізнання: порівнянь, аналогій, аналізу, синтезу, узагальнень, систематизації, індукції, дедукції, абстрагування, ідеалізації, гіпотези, моделювання тощо;

— суто схематичний характер наукового пізнання; складний характер теоретичних моделей; застосування різних типів моделей (знакових, графічних, наочних, мислених, математичних, матеріальних тощо) до однієї й тієї самої предметної сфери; вимога відповідності певної грані моделі реальному прототипу (оригіналу); абстрагування та ідеалізація як засіб моделювання;

— застосування специфічної системи наукових понять як мови відповідної наукової галузі; існування різних типів наукових понять (про реальні об'єкти, властивості, явища, процеси; абстрактні поняття й моделі; характеристики об'єктів, властивостей, явищ, процесів; узагальнені поняття про ПНКС, ФКС, ПНП тощо);

— складна структура наукових понять: об'єктивна основа, якісна визначеність, кількісні характеристики з відповідними способами вимірювань; одиницями вимірювань, межі застосованості;

— розвиток понять, моделей, теорій через розв'язання суперечностей між результатами експериментальних і теоретичних досліджень; складний шлях розвитку наукових понять: загальні уявлення — означення — встановлення закономірного зв'язку з іншими поняттями — поглиблення й розширення змісту на основі теоретичних уявлень тощо;

— циклічний характер.

Структура й функції наукової теорії (НТ). Побудована теорія — це складна модель фрагмента реальності (певного кола явищ), а також складний теоретичний метод дослідження, тобто система взаємоузгоджених теоретичних прийомів, застосовуваних певним чином і взаємопов'язано.

Основними рисами сучасної НТ є:

— нерозривний зв'язок її понять з об'єктивними законами;

— моделювання як один з основних методів побудови теорії;

— застосування кількісних оцінок (характеристик) і відповідного математичного апарату до розглядуваних явищ;

— існування меж застосованості будь-якого поняття, моделі, теорії з одночасним пошуком загального, що виходить за ці межі;

— взаємне узгодження висновків, одержаних різними способами (несуперечливість теорії);

— систематизуюча, узагальнююча, пояснююча, передбачувана, методологічна й практична функції.

Методологічні знання повинні сприяти активізації мислительної діяльності, спрямованої на цілісне сприйняття реальності й процесів її пізнання. Практика, на жаль, свідчить, що в учителів включення методологічних питань у навчальний матеріал спричинює значні труднощі, тому на практиці вони майже не використовують здо-

бутих знань. Це уповільнює адаптацію студентів до вузівських умов навчання.

Розглядаючи різні варіанти викладу навчального матеріалу, згадаймо, що історія розвитку дидактики дає три основні варіанти логіки навчального предмета:

1) розгортання виділеного змісту наукових знань як навчального предмета в його історичній послідовності (принцип суміщення онто- й філогенезу наукових знань);

2) відтворення в навчальному матеріалі логічної структури сучасного стану розвитку наукової дисципліни (вимога відповідності сучасним науковим поглядам і стилю мислення);

3) розгортання змісту навчального предмета відповідно до закономірностей формування пізнавальних можливостей учнів (гуманістична вимога розвивального навчання).

На нашу думку, ці варіанти слід розглядати не як альтернативні, а як такі, що можна поєднувати. За таких умов проблему логіки навчального предмета можна сформулювати як проблему оптимального поєднання вимог логічної строгості й лаконічності, історичної послідовності й психологічної обґрунтованості. Даний підхід насправді є складною проблемою, оскільки розглянуті три варіанти певною мірою заперечують один одного. Справді, історичний шлях не є оптимальним з погляду часових лімітів (можна не встигнути сформулювати сучасний стиль мислення); відтворення сучасного стану розвитку науки заперечується психологічними законами розвитку людського мислення, а врахування закономірностей пізнавальних можливостей передбачає створення «штучної» (відмінної від історичної) логіки навчального предмета, що заперечується, зокрема, принципом суміщення онто- й філогенезу.

Таким компромісним варіантом, що дає змогу поєднати названі вимоги, є психологічна концепція формування теоретичного мислення В. Давидова: забезпечення мисленого просування в двох зустрічних напрямках — від абстрактного до конкретного і від конкретного до абстрактного (з пріоритетом першого над другим) [3].

Ядром цієї концепції, враховуючи пізнавальні можливості школярів та експериментальні дані, є здійснення учнем теоретичного узагальнення на основі типового конкретного матеріалу. Для його реалізації попередньо відбирають спеціально сконструйовані задачі-моделі. За цією концепцією учень оволодіває суспільно виробленими еталонами на теоретичному рівні, обминаючи тривалий і складний шлях наукового пізнання, але зберігаючи характерні для нього риси в ключових моментах (зокрема, теоретичне узагальнення).

Кожне теоретичне узагальнення здійснюється під час розгляду моделей, сконструйованих на базі попередньо вивченого матеріалу. Зокрема, на II ступені навчання фізики (старші класи) такою попередньою базою є теорія механічних явищ, а також система знань, засвоєних на I ступені.

Дана психологічна концепція добре узгоджується з ідеєю застосування системи методологічних знань як основи для структурування навчального матеріалу, якщо інтеграцію наукових знань (відповідний рівень теоретичних узагальнень) здійснювати за ієрархією, враховуючи принцип циклічності:

1. На певному етапі навчання на базі попередньо вивченого матеріалу конструюють загальну модель наукової й фізичної картин світу, процесу наукового пізнання, структури й функцій наукової (фізичної) теорії. В кінці курсу ці питання уточнюють, доповнюють, узагальнюють;

2. На початку вивчення кожного розділу (кожної теорії) з'ясовують передумови виникнення теорії (факти, ідеї, мету, предмет, основні задачі), а на основі сформульованих завдань — логіку і структуру ядра теорії;

3. Розкривають логіку і структуру ядра теорії, розгортаючи навчальний матеріал відповідно до історичної логіки наукового пізнання в моментах теоретичних узагальнень;

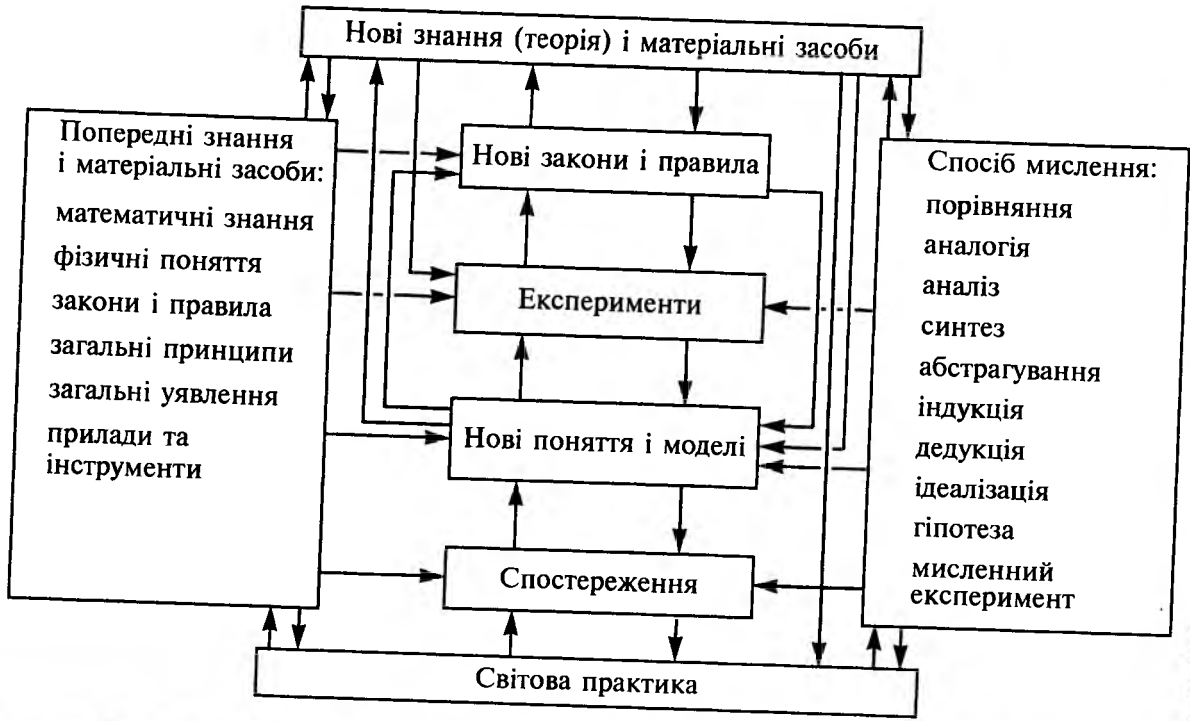
4. З'ясовують усі функції фізичної теорії, використовуючи наочний цікавий і корисний прикладний та історичний матеріал (принцип гуманітаризації).

Насамкінець вивчення розділу все це потрібно закріпити підсумками й узагальненнями та системою відповідних вправ і завдань методологічного характеру. Під час вивчення конкретного матеріалу визначають логіку і структуру окремих його фрагментів (понять, моделей, законів). Таке структурування фактично є трирівневим загальнонауковим (III), загальнофізичним (II) і конкретнофізичним (I).

Розгляньмо даний підхід на прикладі вивчення основ молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) у старших класах. На перших заняттях перед вивченням МКТ з'ясовують основні елементи ПНКС і ФКС. Мета занять — учні повинні обґрунтувати відповіді на такі запитання методологічного характеру: що розуміють під думкою «світ має ієрархічну будову»; що це означає; в яких межах простору поширюється мікросвіт, макросвіт, мегасвіт; які об'єкти природи належать до кожного з них; завдяки яким властивостям природних явищ ми здатні їх пізнавати, вивчати; що ми розуміємо під закономірністю; які принципи відмінності між живою й неживою природою; що є предметом вивчення фізики, хімії, біології; які ви знаєте фундаментальні взаємодії; чому вони так називаються; в яких межах простору панує кожна з них; з чим це пов'язано; яку роль відіграють поля в природі; що розуміють під єдністю зміни й збереження у фізичних явищах; у чому це проявляється? Назвіть універсальні характеристики фізичних об'єктів.

Далі з'ясуємо характерні особливості процесу наукового пізнання, структуру й функції фізичної теорії, використовуючи теорію механічних явищ як типову модель. Матеріали II й III рівнів узагальнень унаочнюємо спеціально розробленими для цієї мети структурно-логічними схемами (схеми 1, 2). Під час конструювання таких схем було враховано характеристики оперативної пам'яті (середній обсяг якої обмежений і становить 7 ± 2 одиниці інтегрованої інформації), використано засоби симетрії, а також включення асоціативних механізмів пам'яті (наприклад, пізнання — сходи, якими піднімаємося вгору, тощо).

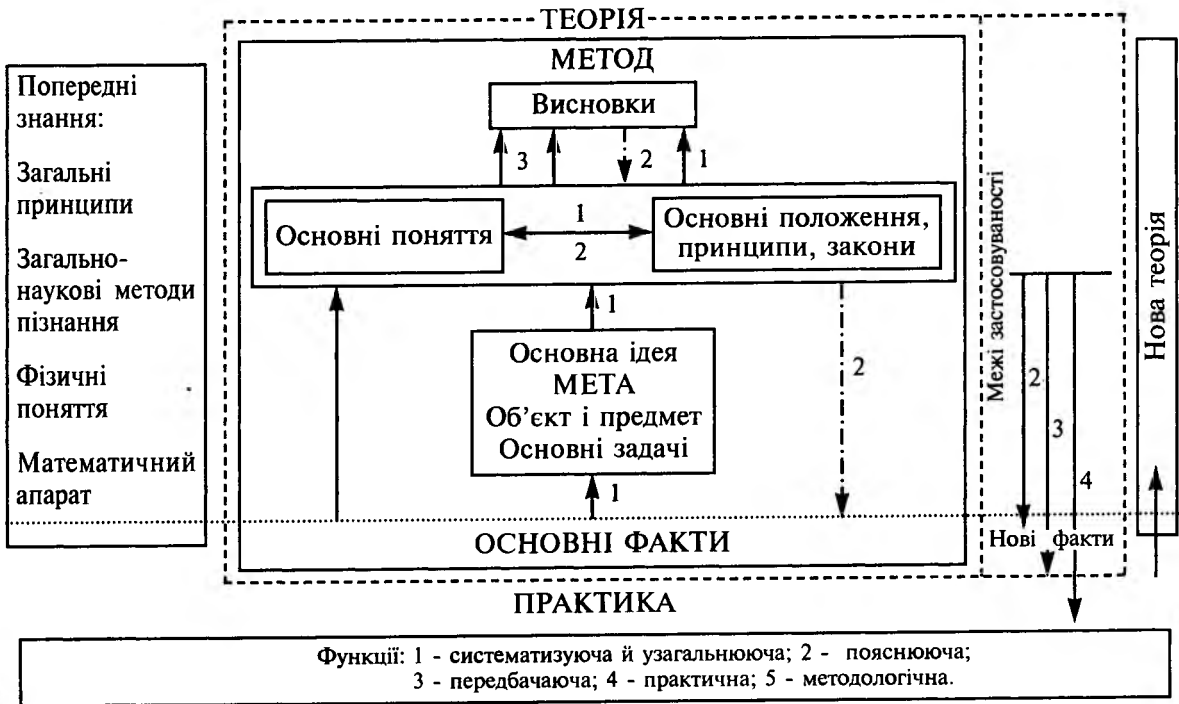
ЦИКЛ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ



Питання теорії

Схема 1

СТРУКТУРА І ФУНКЦІЇ ТЕОРІЇ



С. У. Гончаренко, Н. В. Пастернак

Схема 2

ОСНОВА МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНОЇ ТЕОРІЇ

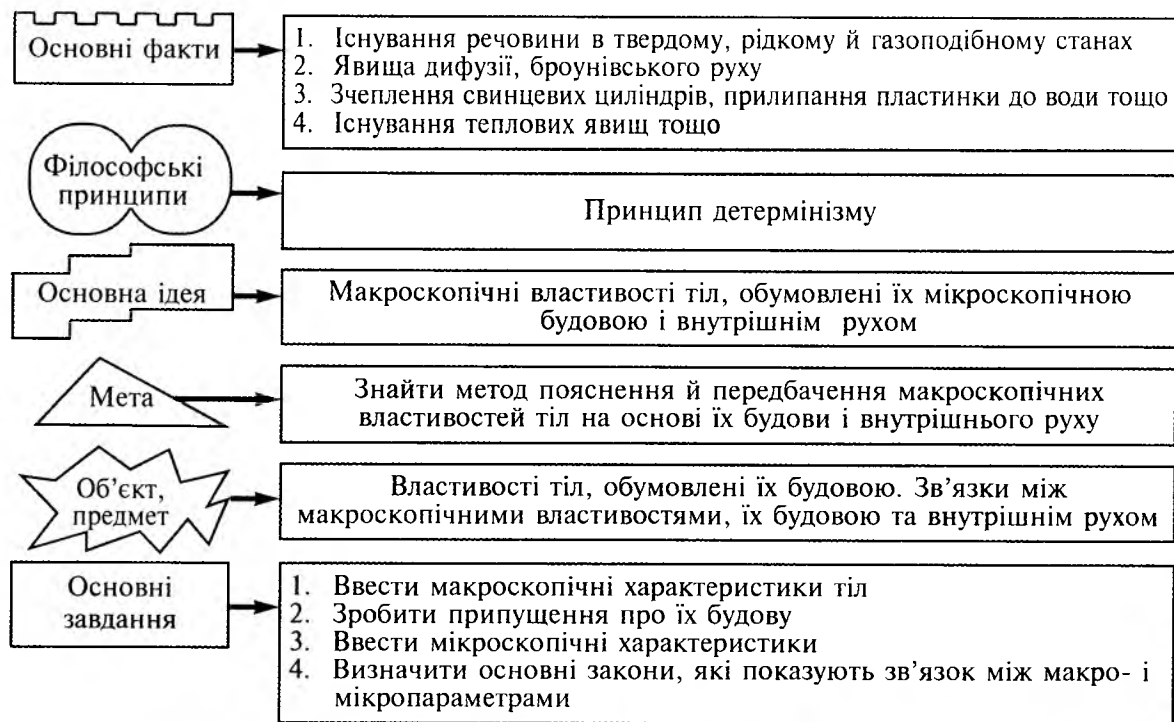


Схема 3



Схема 4

С. У. Гончаренко, Н. В. Пастерняк

Вивчення МКТ починають з розгляду її структурних елементів (основа, ядро, висновки). До основи теорії слід включити коло питань, які з'ясовують логічні передумови її виникнення (схема 3). Далі подається матеріал відповідно до основних задач побудови теорії, сформульованих в основі: а) наводять поняття для опису явищ, які пояснюють МКТ (макроскопічні характеристики); б) окреслюють вихідну теоретичну абстракцію МКТ (поняття молекули і загальної моделі будови тіл — основні положення МКТ) та відповідні мікроскопічні характеристики. На даному етапі потрібно вводити характеристики змішаного типу — макроскопічні характеристики, в яких дається уявлення про мікроструктуру речовини (основні — кількість частинок і речовини, похідні — молярна маса і об'єм, концентрація).

Наступний крок — з'ясування суті теоретичного методу, який відображається в структурі ядра МКТ. Це метод створення послідовного ряду моделей будови речовини, починаючи від загальної (основні положення МКТ) до більш конкретизованих: моделі речовини в різних агрегатних станах, моделі речовини з конкретними властивостями тощо (схема 4). Послідовність розгляду задач теорії відповідає загальній структурі її ядра, а кожен елемент структури (кожна модель) обґрунтовується відповідним емпіричним базисом. Висновки теорії одержують, зіставляючи емпіричні й теоретичні рівняння. Після розгляду експериментальних даних проводиться ретроспективне обговорення методу модельних гіпотез у МКТ.

Зображення цілісної структури ядра теорії в наочній формі, що відповідає ідеї методу цієї теорії, як показали експериментальні дослідження, дає можливість учням системно засвоювати матеріал, прогнозувати його вивчення, усвідомлювати зв'язки між різними елементами системи. В результаті в учнів формується компактне цілісне уявлення про теорію, коло задач, які вона розв'язує, і про методи, які вона використовує. Поглиблені теоретичні обґрунтування й детальний аналіз експериментів, а також усього, що доповнює й поглиблює систему, — це вже

вищі рівні засвоєння навчального матеріалу (рівнева й профільна диференціація навчання).

Таким чином, на початку і в кінці кожного розділу, а також цілого курсу учні здобувають синтезовані знання відповідно до структури й логіки сучасної фізики та загальнонаукових поглядів на природу і процес її наукового пізнання. Подачу конкретного матеріалу в теоретичних узагальненнях максимально наближено до логіки наукового пізнання, яка в цілому є індуктивно-дедуктивною.

Проблема конкретизації загальних принципів структурування та подальшого їх розвитку й далі залишається актуальною. *Структурування не мета, а засіб оптимізації навчального процесу, широка практика застосування якого дасть відповідь, чи виконуватиме той або інший варіант структури навчального матеріалу оптимізуючу роль, створюючи ефективні умови для засвоєння й системності знань, чи підвищиться в цілому теоретичний рівень навчання без перевантажень.*

1. Гончаренко С., Волков В., Коршак Є., Бугайов О., Юрчук І. Стандарт шкільної фізичної освіти (проект) // Фізика та астрономія в школі. — 1997. — № 2.
2. Гончаренко С. У., Фролова Т. М. Багаторівневе структурування і методичні особливості його застосування в навчанні фізики // Педагогіка і психологія. — 1996. — № 2.
3. Державний стандарт загальної середньої освіти (проект) // Освіта України. — № 32. — 8 серп. 1997.
4. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения. — М.: Педагогика, 1986.
5. Коротяев Б. И., Головкин М. Б., Хозяинов В. И., Чепига В. Т. Структурирование учебного материала — необходимое условие обучения учащихся методам науки // Активизация усвоения знаний школьниками на основе применения методов науки в обучении: Сб. науч. трудов — Казань, 1981.
6. Коротяев Б. И. Учение — процесс творческий. — М.: Просвещение, 1989.
7. Якиманская И. С. Знание и мышление школьника. — М.: Знание, 1985.