

РОЛЬ ПРОМІЖНИХ ЛАНОК ІМПЛІКАЦІЙНИХ МОДЕЛЬНИХ ЛАНЦЮЖКІВ У ФОРМУВАННІ ПРОФЕСІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ

В роботі на конкретних прикладах розглянуті різні варіанти модельних рядів, що з'єднують реперні (класичні) моделі. Показано, що сам процес створення таких рядів стимулює багатогранну структуру пізнавальних актів, розвиток професійної інтуїції і, в цілому, зростання інтелекту студентів.

1. Вступ. Постановка задачі.

Моделям, їх створенню, впровадженню, класифікації тощо присвячена велика кількість робіт [1, 2, 3]. Деякі педагоги, наприклад, С.Д. Смирнов [3], вважають моделі центральною категорією психології пізнавальних процесів. Модель (особливо образна модель) виступає вихідним пунктом і одночасно результатом будь-якого пізнавального акту. В широкому сенсі під моделлю розуміється будь-яка (в тому числі й абстрактно-логічна) суб'єктивна форма відображення реальності.

Моделі класифікують за множиною принципів, які розрізняються як за формою, так і за змістом [4]. Існують класифікації окремих груп моделей (тобто підкласифікації): тільки матеріальних моделей існує більш десяти типів, а образних і уявних моделей – ще більше. І тим не менш представляється необхідним ще один підхід до класифікації моделей.

Насамперед введемо поняття «модельний ряд». Будь-який педагог чудово розуміє, що ніколи не вдасться своїм студентам (або школярам) відразу швидко і чітко пояснити суть практично будь-якого явища або процесу в усіх його взаємозв'язках з умовою його протікання. Та чи й не з цим пов'язана стадійність освіти в усіх країнах? Припустимо, наприклад, що ми хочемо пояснити учням суть періодичного закону Менделєєва. Поза всяких сумнівів ми спочатку розповімо про дослідження і узагальнення Дмитра Івановича, які свідчать про чергування хімічних властивостей елементів, наведемо десятки прикладів, передамо учням дух величчя цього закону, його важливість для практики і можливість передбачити результати хімічних взаємодій. Таблиця «Періодична система елементів Менделєєва», яка є в усіх підручниках, задачниках, кабінетах хімії і фізики – перша реперна модель періодичного закону. Навряд чи ми при першому знайомстві з періодичним законом будемо розповідати про сучасне його розуміння і про те, що ані сам Менделєєв, ані значна частина його послідовників поняття не мали про квантову механіку і, відповідно, про квантовий характер заповнення електронами атомів.

Наступний крок на шляху до розуміння періодичного закону – квантова модель атому, далі – порядок заповнення електронами енергетичних рівнів, потім – принцип Паулі, фізична суть валентності. Іншими словами, в процесі викладання про одне й те саме явище нам доводиться говорити неодноразово, і кожен раз предметом обговорення є наступна модель, яка наближає нас до істини. Назвемо цю модельну послідовність модельним рядом і підкреслимо, що ці ряди існують тільки як дидактичний прийом (прийом в методиці викладання) на відміну від науки, де обговорюється і використовується тільки найостанніша модель ряду (і то – до пори до часу). Підкреслимо також, що якщо в природознавстві дидактичний модельний ряд – це шлях до істини, то в фундаментальних (математичних науках) – це шлях від істини. Це пов'язано з тим, що будь-яка теорема (доведена!) – це істина, що записана в абстрактній (часто в незрозумілій для студентів) формі, тому задача моделювання в даному випадку – «перекинути місток» від абстракції в почуттєвий (образний) світ студента, нехай навіть ціною віддалення від істини.

В описаних дидактичних модельних ланцюжках є моделі, які завершують певний освітній цикл (так звані реперні моделі), які створені видатними вченими і педагогами і

які представлені у всіх підручниках з відповідної дисципліни. У мікросвіті, наприклад, це «планетарна модель атому», «квантова модель атому», «мезонна модель ядра» тощо. Викладач навряд чи може пройти повз цих моделей (або замінити їх своїми). Однак між реперними моделями існує достатня кількість «проміжних» моделей, які кожний конкретний педагог може створювати сам і залучати до цього студентів. Якщо викладачу вдалось «заразити» студентів цією діяльністю, то він зробив більше, ніж дав певний об'єм знань. Він сформував майбутнього педагога, сформував його професійний інтелект.

Питанням важливості проміжних моделей, а точніше важливості залучення студентів до процесу їх створення присвячена дана робота. Зауважимо, що педагогіка до теперішнього часу цього питання майже не торкалася.

2. Вплив діяльності щодо створення проміжних моделей на формування професійного інтелекту майбутнього педагога.

Перш за все визначимо поняття «професійний інтелект майбутнього педагога». Якщо «інтелект» зазвичай визначається як «розумова здібність, розумовий початок у людини» [5, с.223], то під професійним інтелектом слід розуміти розумові здібності спеціаліста, тобто розумовий початок, пов'язаний з певною професією. Що ж таке тоді «інтелект педагога»? Будемо виходити з того, що основна професійна задача педагога-викладача, по-перше, навчити мислити в рамках науки, що вивчається, і, по-друге, «в цьому ключі» розібрати суть усіх явищ і процесів, що складають дисципліну, яка вивчається, разом з усіма причинно-наслідковими зв'язками, оточуючими ці явища. В цьому смислі професія педагога, що веде своїх учнів до розуміння основних результатів науки, їх наслідків та їх цінності для людей схожа з професією інструктора з альпінізму, який веде групу гірських туристів на штурм якоїсь вершини. Як і педагог, інструктор повинен продумати (виходячи з навичок довірених йому людей), як побудувати маршрут і графік штурму. При цьому як при просуванні в науці, що вивчається, так і при сходженні на вершину мають місце «реперні» місця, де ведені обов'язково повинні побувати: це найбільш важливі проміжні результати, пункти, на яких треба зупинитися, «перевести дух», озирнутися назад, оцінити зроблений «крок» на шляху до мети і так далі. Цікаво відзначити, що як педагог, так і інструктор часто вимушені змінювати методику просування до наступного реперного місця. Як правило, це пов'язано з тим, що в процесі руху до попередніх реперних точок педагогу стало ясно, що на деяких подальших переполах учні обов'язково «спотикнуться», так само як і інструктору стає зрозуміло, що його «підопічні» ще не можуть долати довгих ділянок стрімких скель. Це може бути пов'язано з деякими прогалинами на більш ранніх стадіях навчання, або з деякими особливостями конкретного складу учнів (відомих).

Графічно просування в процесі науки чи в процесі сходження на вершину зображене на рисунку 1. Видно, що шлях, який веде від вихідного об'єму знань (підніжжя вершини) до піку, пролягає через реперні «зупинки» P_1 , P_2 , P_3 , які завжди є при вивченні будь-якої науки і при сходженні на будь-яку вершину. При цьому шляхів, що з'єднують реперні точки, завжди безліч. На рисунку 1 на кожному такому шляху кружечками позначені ті проміжні думки, докази, дослідні обґрунтування, теореми, через які ми йдемо, якщо вибрати цей шлях (альпіністський аналог тут також очевидний). Який із шляхів, що ведуть, наприклад, з P_1 до P_2 , вибрати? Саме тут і перевіряється ерудиція педагога. Шлях (будь-який), що веде з однієї реперної точки в іншу – це, по суті, є імплікаційний ланцюжок міркувань, який веде учнів з P_i у P_{i+1} . З багатьох шляхів $P_i \rightarrow P_{i+1}$ є оптимальний для даного конкретного складу учнів. Іноді на цей шлях впливає навіть настрої учнів на даній конкретній лекції. Не помилитися при виборі цього шляху – головна професійна задача педагога. Вміння вирішувати ці задачі – ось основна характеристика професійної ерудиції педагога.

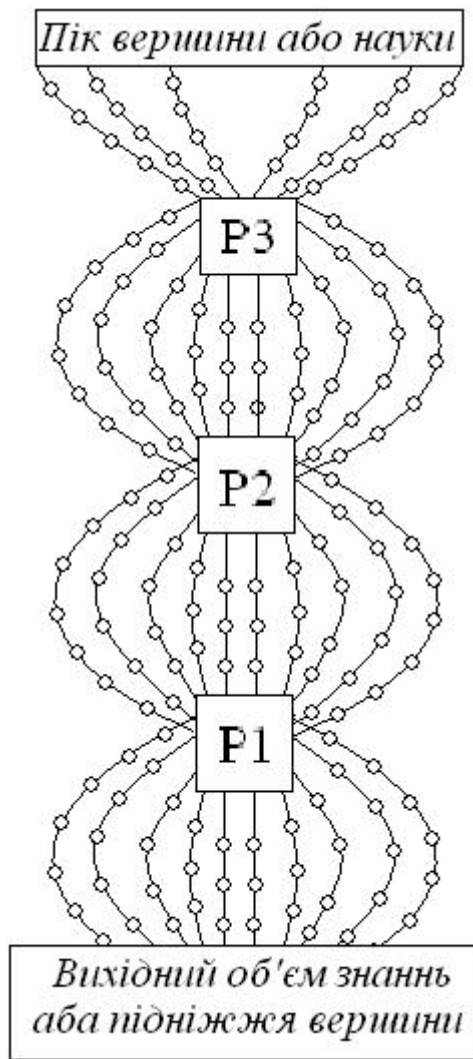


Рис. 1

Таким чином, професійна ерудиція педагога полягає в умінні вибору оптимальних імплікаційних ланцюжків, з'єднуючих основні положення в науці, яка вивчається, через які потрібно пройти, щоб досягти сучасного розуміння явищ і процесів, що складають дану науку.

Розглянемо в якості прикладу розвиток уявлень про електропровідність твердих тіл, який привів до «зонної теорії провідності». При цьому «підніжжям вершини» будемо вважати планетарну модель атома Резерфорда, згідно з якою будь-який атом представляється як щільне позитивно заряджене ядро, що знаходиться в центрі атома, і електрони, які обертаються навкруги ядра. При цьому радіуси електронних орбіт і швидкості руху електронів по орбітах визначаються рівністю відцентрових і кулонівських сил, які прикладені до електронів.

Вершиною сучасних уявлень про електропровідність твердих тіл являється зонна структура тіл, яка визначає специфіку поведінки провідників, напівпровідників і діелектриків в електричному полі. Обидві моделі – планетарну модель атома (підніжжя вершини) і зонну модель твердого тіла – розташуємо на одному рисунку (рисунок 2).

Перед тим, як перейти до обговорення варіантів сходження від підніжжя до самої вершини, коротко опишемо те, до чого ми прямуємо, припускаючи при цьому, що планетарна модель атому добре відома усім, що дійшов до певного шаблю навчання.

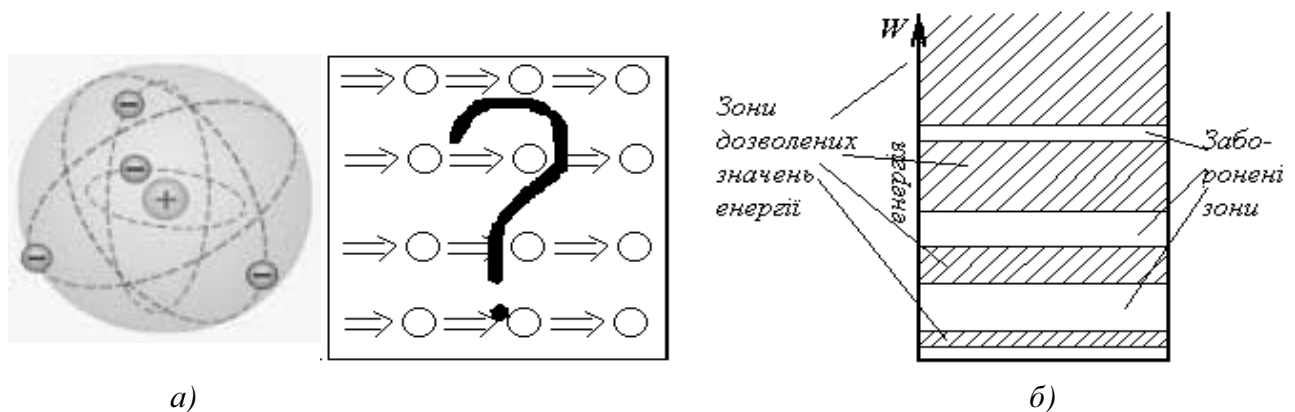


Рис. 2 Дві реперні точки (моделі) в сучасній електронній теорії провідності твердих тіл: а) планетарна модель атома; б) зонна енергетична структура твердого тіла.

Справа на рисунку 2 (б) представлена модель заповнення електронами твердого тіла. По вертикалі відкладена енергія електронів у твердому тілі (потенціальному ящику). Заштрихованим ділянкам відповідають зони дозволених значень енергії, а між ним знаходяться зони, які відповідають забороненим значенням енергії для електронів (заборонені зони). Далі мова буде йти тільки про дозволені зони. Нижні зони повністю

заповнені електронами (вільних місць немає). Перша зона при просуванні вгору від дна потенціальної ями, в якій є вакантні місця для електронів, називається валентною, а наступна, повністю вільна від електронів зона, називається зоною провідності. В нижніх (заповнених) зонах електрони не можуть пересуватися, тому ці зони не можуть внести вклад у провідність твердого тіла. У валентній зоні провідників і напівпровідників є вакансії, тому в ній електрони можуть пересуватися, що і визначає провідність тіл. Зона провідності, якщо вона відділена від валентної зони досить широкою забороненою зоною, не дає ніякого внеску в провідність, оскільки в ній немає електронів. В металах (провідниках I роду) валентна зона і зона провідності частково перекривають одна одну (між ними немає аніякої забороненої зони) і електропровідність здійснюється одразу двома зонами. З цим пов'язана висока електропровідність металів. В напівпровідниках вакансій у валентній зоні мало, тому за звичайних умов електричний опір напівпровідників великий. Однак ширина забороненої зони між валентною зоною і зоною провідності мала, що дозволяє електронам при наявності зовнішніх збудників (наприклад, нагрівача) переходити з валентної зони до зони провідності. В результаті у валентній зоні збільшується число вакансій, а в зоні провідності з'являються електрони. Саме з цим

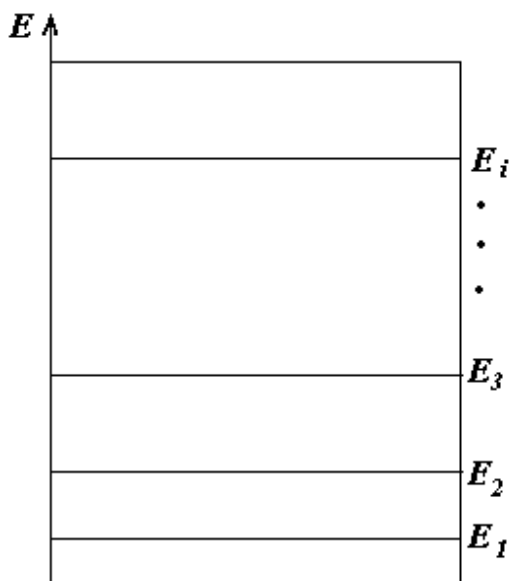


Рис. 3 Енергетична модель атома

пов'язаний ефект різкого падіння опору напівпровідників зі зростанням температури. Можна було б наводити ще багато цікавих ефектів у твердих тілах, які «красиво» пояснюються зонною теорією. Але в даній роботі більш важливий наступний погляд на цю теорію. Адже основні постулати зонної теорії отримані експериментально (шляхом узагальнення досліду). Розвинута на цих постулатах теорія чудово описує всі електричні (і не тільки електричні) властивості твердих тіл. Можна було б (як це іноді й робиться) так і вивчати зонну теорію: ось постулати, от їх наслідки – і усе. Але чи можна відірвати зонну теорію від попередніх знань, зокрема, від планетарної моделі атома, адже тверді тіла складаються з атомів? Фізика не може складатися з окремих острівків, це єдина наука. Тому цікавий шлях від підніжжя вершини (а) до самої вершини (б), який на рисунку 2 позначений набором

імплікаційних ланцюжків, поміщених у прямокутник, що накритий знаком питання. Це означає, що треба знайти оптимальний для даної аудиторії шлях з (а) у (б), маючи на увазі, що в крайньому випадку (випадок абсолютно непередготованої аудиторії) можна буде «кивати» в бік експерименту (як це описано вище). Величезного успіху досягне педагог, якщо йому вдасться залучити студентів до процесу обговорення варіантів імплікаційних ланцюжків з (а) у (б). Адже ці ланцюжки по суті і представляють собою послідовності проміжних моделей, поєднуючи дві реперні (класичні!) моделі. І нехай спочатку ці ланцюжки не приведуть у (б) – чим більше «шишок на лобі» – тим краще. Адже саме процес цієї творчої праці, що включає до себе роботу з літературою, дискусії, консультації, успіхи та розчарування, формує професійну ерудицію майбутнього спеціаліста в галузі викладання.

Для ілюстрації повернемося до попереднього прикладу. Щоб зробити перший крок від (а) до (б), згадаємо, що вже після Резерфорда експериментально було встановлено, що, по-перше, енергія електрона в атомі квантується, тобто може набувати тільки ряд конкретних значень E_1, E_2, \dots, E_n ; по-друге, вона (енергія електрона) являється стохастичною (імовірнісною) величиною. Іншими словами, ніколи не можна сказати, яку енергію має даний електрон, можна сказати тільки про ймовірність мати ту чи іншу

енергію. «Захитались» також і геометричні характеристики електрона. Співвідношення невизначеності Гейзенберга закреслило поняття координат електрона. В принципі можна запропонувати і таку модель атома, в якій ядро оточене хмарою ймовірностей знаходження електронів, тобто кожен електрон можна вважати «розмазаним» по усьому цьому об'єму; при цьому втрачають смисл поняття електронної орбіти, радіусу електронної орбіти тощо. В такій ситуації планетарна модель Резерфорда повинна бути замінена іншою моделлю. Якою? Можна, звичайно, зберегти сферичну симетрію і запропонувати модель: ядро в центрі сферичної електронної хмари. Можна зовсім відмовитися від геометрії і запропонувати енергетичну модель атома: потенціальний ящик з горизонтальними полицками, які визначають дозволені значення енергії електрона в атомі (див. рисунок 3). Зрозуміло, що для розв'язання нашої задачі ця модель переважніше (досить подивитися на рис. 2 (б)). Разом з тим для інших задач більш продуктивною може виявитися перша модель (ядро з електронною хмарою навколо). Ось ми й знайшли оптимальний імплікаційний ланцюжок моделей, який веде до зонної теорії електропровідності твердих тіл. Перша ланка в цьому ланцюжку веде до енергетичної моделі атома (рисунок 3). Далі звернемо увагу на те, що будь-які два однакових атома, які входять до складу твердого тіла, будуть представляти собою два потенціальних ящика, абсолютно однакових, але трохи зміщених по вертикалі. Це пов'язано з тим, що сумарне електричне поле ядер атомів у твердому тілі неоднакове в різних точках тіла, а напруженість поля, хоча й ненабагато, але ж змінюється від точки до точки. Якщо таких два ящика сумістити, то в новій проміжній моделі кожна енергетична полицка буде роздвоюватися; при суміщенні трьох таких ящиків отримаємо розщеплення на три підрівня і так далі. В молі речовини більше 10^{23} атомів – стільки буде і підрівнів. Причому відстані між підрівнями будуть настільки малими, що практично будь-якого зовнішнього електричного поля буде достатньо, щоб електрони могли вільно пересуватися між підрівнями. Ось (в кінці кінців) і утворилась зонна модель, зображена на рис. 2(б). Необхідно лише пояснити, що означає наповненість зони, наявність вакансій тощо. Справа в тому, що в кожному стані (з заданими енергією, імпульсом, моментом імпульсу) може знаходитися тільки два електрони, причому з антипаралельними спінами (власними магнітними моментами). В цьому заключається принцип Паулі, який був сформульований незабаром після експериментального виявлення того факту, що електрон є елементарним магнітом (тобто має спін). Так що коли усі підрівні (стани) зайняті, то вакансій немає і електронам нема куди рухатись, навіть якщо зовнішнє поле велике. Тепер стають зрозумілими основні положення зонної теорії. Студенти, які пройшли по цьому ланцюжку: енергетична модель атома, дуплети, триплети,..., зони – безсумнівно поповнили свій професійний інтелектуальний багаж.

3.Висновки.

В попередньому пункті наведений лише один приклад творчого підходу до розробки імплікаційного ланцюжка моделей, що з'єднує дві сусідні реперні (вузлові) моделі, визнані наукою і методикою. Розробок таких ланцюжків у процесі вивчення будь-якої науки повинно бути стільки, скільки тем. Ті студенти, яких вдається залучити в процес таких розробок, в інтелектуальному плані починають випереджати своїх «однокашників» і з часом суттєво відриваються від тих, хто обмежується вивченням тільки реперних моделей. Наш досвід показує, що студенти педагогічних ВНЗ, для яких методика створення імплікаційних модельних ланцюжків стала нормою при вивченні будь-яких дисциплін, з перших кроків своєї викладацької роботи стають лідерами педагогічних колективів, улюбленими педагогами, активними науковими працівниками.

Література:

- 1.Штофф В.А. Моделирование и философия. - М.: Наука, 1966.
- 2.Норенков И.П., Зимин А.М. Информационные технологии в образовании. - М.: МГТУ, 2004

3.Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2001.

4.Босин М.Е., Рыкова Л.Л. Классификация моделей по сути. - Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Педагогіка, психологія. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2008. – С.19-23.

5.Ожегов С.И. Словарь русского языка /Под ред. докт. филол. наук, проф. Н.Ю.Шведовой. – М.: Рус.яз., 1984.

В работе на конкретных примерах рассмотрены разные варианты модельных рядов, соединяющих реперные (классические) модели. Показано, что сам процесс создания таких рядов стимулирует многогранную структуру познавательных актов, развитие профессиональной интуиции и, в целом, рост интеллекта студентов.

In this work different variation of model lines, which connect rapper (classical) models are considered on the definite examples. It's shown here, that the process of making such lines stimulates many-sided structure of cognitive act, development of professional intuition and, generally, the development of student's intelligence.