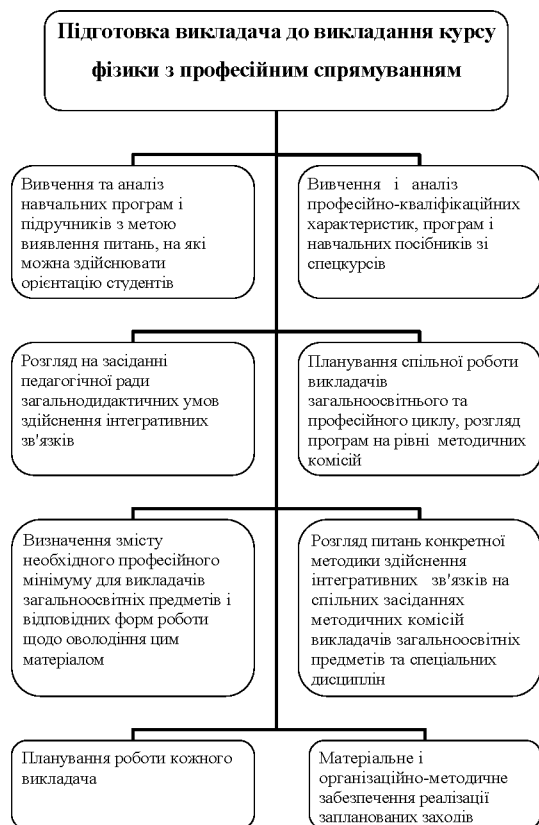


Схема 1



Для наочності наведемо декілька прикладів використання знань з фізики при проходженні студентами Київського коледжу зв'язку навчальної практики зі спеціальності "Монтаж, обслуговування та ремонт обладнання радіозв'язку, радіомовлення та телебачення".

Під час вивчення теми "Діелектричні матеріали" користуються знаннями, отриманими на заняттях з фізики, використовуючи такі поняття, як: "електричне поле", "діелектрики в електричному полі", "поляризація діелектриків", "властивості твердих тіл".

Тема "Провідникові матеріали" базується на знаннях студентів про електронну провідність матеріалів, електри-

чний опір і його залежність від довжини та площі поперечного перерізу та матеріалу, а в темі "Резистори", – це й залежність від температури.

Відповідно, розглядаючи тему "Конденсатори", "Магнітні матеріали", студенти теж використовують раніше набуті знання з цих тем (електроємність конденсатора, будова конденсатора, ємність плоского конденсатора, парамагнітні, діелектричні і феромагнітні речовини, крива намагнічування феромагнетиків, трансформатори).

У процесі знайомства з монтажною платою стабілізованого випрямляча та складання монтажною схемою використовують принципи реалізації односторонньої провідності р-п переходу для випрямляча, а також вольт-амперну характеристику стабілітрону.

Отже, підсумовуючи вище викладене, можна сказати, що фізика дуже тісно взаємопов'язана з технікою та виробництвом, тому в методиці навчання фізики актуально постає проблема інтеграції природничонаукових та технічних знань.

Список використаних джерел:

1. *Котоловець Людмила*. Формувати професійне ядро фахівців // Освіта. Технікуми. Коледжі. Навчально-методичний журнал. – 2001. – №1. – С. 11.
2. *З інтерв'ю ректора Одеської національної академії зв'язку, професора П.П.Воробієнко* // Зв'язок. Науково-методичний журнал державного комітету зв'язку та інформатизації України. – 2002. – №2. – С.4.
3. *Шматко В.С.* Роль і місце молодших спеціалістів у системі зв'язку України // Коледжанин. Всеукраїнський журнал для навчальних закладів І-ІІ рівнів акредитації. – 2002. – №6, 7, 8. – С.7-10.
4. *Копчак Т.В.* Професійна спрямованість навчальної діяльності // Коледжанин. Всеукраїнський журнал для навчальних закладів І-ІІ рівнів акредитації. – 2004. – №10, 11, 12. – С.35, 36.

The article describes the question of integration of physics and professional disciplines and also improvement of methodic of professional physics education, for more modern and high-quality preparation of specialists in a communication network Ukraine of higher educational establishments.

Key-words: integration, the professional preparation, the physical education, the professional direction of physics.

Отримано: 23.10.2007

УДК 371

Ю.М. Галатюк, В.І. Тишук

Рівненський державний гуманітарний університет

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПУ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ НАВЧАННЯ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Розглядається технологія організації пізнавальної діяльності учнів під час виконання лабораторних робіт на основі диференціації.

Ключові слова: дидактичні умови, диференціація навчання, педагогічна технологія, лабораторна робота.

Виконання лабораторних робіт під час вивчення фізики вимагає диференційованого підходу до проектування і організації пізнавальної діяльності. Диференціація навчання фізики в сучасній школі вимагає пошуку ефективних підходів до її здійснення під час організації усіх видів навчальної роботи. Це потребує дидактичного аналізу кожного окремо взятого виду навчальної діяльності – розкриття її структури, визначення інтегрованої дидактичної мети, розробки засобів та методики їх застосування.

Диференціація під час виконання лабораторних робіт передбачає створення сприятливих дидактичних умов для пізнавальної діяльності учнів під час виконання роботи. Пізнавальна діяльність має бути творчою, так як процес пізнання – це творчий акт. Забезпечення цієї умови вимагає застосування наукових методів та прийомів: моделювання, абстрагування, системного підходу і т. ін. Принцип дифе-

ренціації тут є не самоціллю, а необхідною умовою досягнення мети.

В даному контексті необхідно розглядати два види диференціації: диференціація на макрорівні (макродиференціація) і диференціація на мікрорівні (мікродиференціація) [1, 2].

Макродиференціація передбачає співставлення змісту і мети лабораторної роботи з логікою вивчення теми; відповідність рівнів проблемності та складності лабораторної роботи рівню підготовленості всіх учнів класу, чіткий розподіл часу на виконання кожного етапу лабораторної роботи у відповідності із рівнем його проблемності та складності.

Диференціація на мікрорівні полягає в отриманні учнем індивідуальної допомоги, коли він зазнає значних труднощів на певному етапі виконання лабораторної роботи. Вплив вчителя на навчальну діяльність учня має бути адаптованим до учня і базуватись на інформації, зібраній вчи-

телем про нього. Це дає можливість враховувати як вікові, так і індивідуальні особливості, шляхом організації диференційованої допомоги у виконанні кожного етапу лабораторної роботи. Індивідуалізація навчання також здійснюється шляхом диференціації змісту лабораторної роботи, його проблемності та складності у відповідності з рівнем пізнавальних можливостей учня.

Таким чином, організація лабораторної роботи вимагає диференціації на макро- і мікрорівнях. В свою чергу, диференціація на кожному рівні включає диференціацію змісту роботи та диференціацію навчального впливу учителя. Навчальний вплив, як правило, реалізується у вигляді надання учителем допомоги учню в ході виконання самої лабораторної роботи.

З вищесказаного випливає, що диференціація навчальної роботи під час виконання лабораторних робіт може здійснюватись ефективно, коли для цього створюються сприятливі дидактичні умови, які, на наш погляд, є результатом цілеспрямованого пошуку та відбору засобів проблемно-змістового забезпечення, а також форм, засобів і прийомів навчального впливу та методики їх застосування. Мова йде про певну технологію організації лабораторних робіт [2], яка відкриває можливості для диференціації. Така технологія включає в себе наступні етапи організації лабораторної роботи:

- 1) визначення інтегрованої дидактичної мети дослідження;
- 2) розробка змісту та структури виконання лабораторної роботи;
- 3) розробка засобів навчального впливу на діяльність учнів;
- 4) моделювання процесу виконання лабораторної роботи (розробка методичної моделі);
- 5) реалізація розробленої моделі на практиці;
- 6) забезпечення зворотного зв'язку.

Перший етап передбачає визначення елементів змісту фізичних та методологічних знань, які підлягають засвоєнню; перелік умінь, навичок і пізнавальних мотивів, а також організаційних якостей, які будуть формуватись під час виконання лабораторної роботи.

Процес виконання лабораторної роботи має являти собою навчальне дослідження, яке може характеризуватись різними рівнями проблемності та складності. Тому, вирішуючи питання проблемно-змістового забезпечення лабораторної роботи, потрібно виходити з того, що будь-яка лабораторна робота є виконанням творчо орієнтованого експериментального завдання.

Таке завдання передбачає проведення фізичного експерименту і є сукупністю логічно пов'язаних навчальних проблем, які підпорядковані єдиній інтегрованій дидактичній меті та об'єднані єдиною логікою процесу дослідження.

Розробляти зміст лабораторної роботи слід на основі узагальненої структурно-логічної схеми і узагальненого об'єкта дослідження. Аналіз змісту лабораторних робіт, які є в діючих підручниках та навчально-методичних посібниках [6, 7] свідчить, що об'єктом дослідження в них, як правило, є фізична величина; фізичний закон або закономірність; фізичне явище або процес. Слід зазначити, що структурно-логічна схема виконання лабораторної роботи в певній мірі визначається об'єктом дослідження. Наприклад, виконання лабораторної роботи, яка має на меті дослідження або визначення фізичної величини – кількісної характеристики фізичного явища або об'єкта, складається з таких етапів (рис. 1):

- 1) аналіз змісту завдання, формулювання мети дослідження;
- 2) актуалізація знань про фізичну величину;
- 3) формулювання проблеми у вигляді експериментальної задачі;
- 4) розробка моделі експерименту;
- 5) практичне виконання експерименту;
- 6) аналіз, обробка і оформлення результатів.

Відповідна структурно-логічна схема виконання роботи зображена на рис. 1.



Рис. 1. Структурно-логічна схема виконання творчо орієнтованого експериментального завдання

Кожний із вищевказаних етапів вимагає від учня виконання певної сукупності дій, які можна розділити на репродуктивні, пошукові і творчі. Кількість таких дій характеризує рівень складності окремого етапу та лабораторної роботи в цілому. Рівень проблемності кожного етапу визначається ступенем невідповідності знань, умінь і особистих якостей учня тим, які необхідні для виконання даного етапу. Умовно можна виділити чотири рівні проблемності кожного етапу лабораторної роботи.

Перший – виконавський (репродуктивний). Характеризується діями, які вимагають тільки відтворення, повторного застосування раніше засвоєного правила або алгоритму. Наприклад, повторного вимірювання вольтметром напруги на ділянці кола. Діяльність в даному випадку спрямована на вдосконалення навичок.

Другий – інструктивний – коли діяльність "жорстко" детермінується інструкцією, де описано як потрібно діяти в даній ситуації або дається готовий алгоритм, який необхідно застосувати вперше.

Третій – інструктивно-дослідницький. Характерний для ситуації, де існує баланс між репродуктивними діями та діями пошукового та творчого характеру. Виконання таких дій потребує володіння узагальненими дослідницькими вміннями. Як правило, орієнтовною основою для навчальної діяльності в даному випадку є окремі евристичні приписи, узагальнені плани дій, які можуть об'єднуватись в операційно-пізнавальні евристичні модулі.

Четвертий – дослідницький – характерний для діяльності в новій ситуації, яка складається переважно з дій творчого і пошукового характеру. Виконання таких дій потребує володіння узагальненими дослідницькими вміннями. Як правило, орієнтовною основою для навчальної діяльності в даному випадку є окремі евристичні приписи, узагальнені плани дій, які можуть об'єднуватись в операційно-пізнавальні евристичні модулі.

Кожний із етапів виконання лабораторної роботи об'єктивно має різний рівень проблемності. Наприклад, етап "Розробка моделі експерименту" має вищий рівень проблемності ніж етап "Практичне виконання експерименту". Розробка моделі експерименту передбачає виконання таких дій:

- пошук приладів та матеріалів для експериментального вимірювання фізичної величини;
- пошук можливих варіантів проведення експерименту;
- вибір із усіх можливих варіантів експерименту технічно найпростішого, здатного забезпечити найвищу точність результату;
- проектування експериментальної установки, електричної схеми;
- складання детального плану виконання досліду;
- вибір засобів фіксації результатів вимірювань і спостережень (таблиць, малюнків, графіків, схем тощо);
- визначення засобів оцінки точності результатів, обчислення похибок.

Усі вище перераховані дії мають пошуковий (дії 1, 2, 3) і творчий (дії 4, 5, 6, 7) характер. На жаль, в шкільній практиці під час підготовки та проведення лабораторних робіт, етап розробки моделі експерименту, як і деякі інші

етапи, часто нівелюється, мабуть з огляду на його об'єктивно високий рівень проблемності. У шкільних підручниках та навчальних посібниках, як правило, подається готова модель експерименту – готова інструкція, яка вимагає від учнів переважно репродуктивних дій. Здійснюючі диференціацію, вчитель для підвищення рівня проблемності лабораторної роботи, як правило, доповнює цю інструкцію одним – двома додатковими завданнями творчого або пошукового характеру і пропонує їх окремим учням з вищим рівнем підготовки.

Модулюючи процес виконання лабораторної роботи, вчитель здійснює адаптацію експериментального навчально-дослідницького завдання на макро- і мікрорівнях шляхом регуляції проблемності та складності кожного етапу дослідження. Наприклад, рівень проблемності етапу "Розробка моделі експерименту" може бути знижений. Учням можуть бути запропоновані готові результати окремих дій: вказані необхідні прилади, можливі варіанти виконання експерименту. В такому випадку учням тільки залишиться вибрати найраціональніший варіант, скласти план проведення експерименту, вибрати спосіб фіксації результатів тощо.

Наприклад, у випадку лабораторної роботи "Визначення ЕРС, внутрішнього опору джерела струму" можливі декілька варіантів експерименту.

Варіант 1 – описаний в діючих навчальних посібниках [6, 7].

Варіант 2. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела шляхом розв'язування системи рівнянь $E = U_1 + I_1r$; $E = U_2 + I_2r$, отриманих на основі закону Ома для замкнутого кола і показів амперметра та вольтметра при двох різних значеннях зовнішнього опору в колі (рис. 2).

Варіант 3. Шляхом побудови графіка залежності $U = f(I)$: $U = E - Ir$ за показами амперметра і вольтметра в колі (рис. 2). В даному випадку, змінюючи опір реостата, фіксують декілька "цілих" значень сили струму і вимірюють відповідні їм значення напруги. В системі координат з осями U, I зображають відповідні точки, з'єднавши які, отримують прямолінійний графік (рис. 3). Точки перетину графіка з осями координат дають значення ЕРС джерела ($U = E, I = 0$) і значення струму короткого замикання I_K , за яким визначають внутрішній опір джерела $r = \frac{E}{I_K}$.

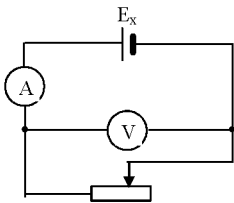


Рис. 2.

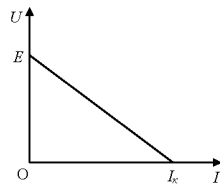


Рис. 3.

Варіант 4. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела за допомогою джерела з відомим ЕРС (E) і внутрішнім опором (r) шляхом вимірювання сили струму I_1 в колі (рис. 4) і сили струму I_2 в колі (рис. 5), з подальшим розв'язуванням системи рівнянь, записаних на основі правила Кірхгофа:

$$I_1r + I_1r_x = E - E_x;$$

$$I_2r + I_2r_x = E + E_x.$$

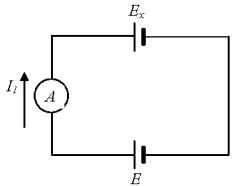


Рис. 4.

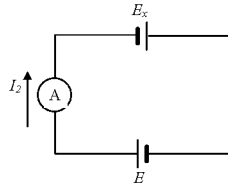


Рис. 5.

Адаптація завдання до рівня пізнавальних можливостей окремого учня, групи учнів чи цілого класу може здійснюватися не лише регулюванням рівня проблемності та складності змісту окремих етапів, але й наданням диференційованої допомоги у вигляді допоміжних запитань, завдань, а також прямих вказівок.

Щодо допоміжних завдань, то рівень їх проблемності має бути нижчим за рівень проблемності основного завдання. Наприклад, приведена нижче задача, будучи запропонована учням для індивідуального або колективного розв'язування, може стати основою для розробки моделі експерименту за варіантом 2.

Задача. Визначити ЕРС і внутрішній опір елемента, якщо при замиканні його на опір $R_1 = 1,8 \text{ Ом}$ в колі буде струм $I_1 = 0,7 \text{ А}$, а при замиканні на опір $R_2 = 2,3 \text{ Ом}$ струм в колі $I_2 = 0,56 \text{ А}$.

Інше додаткове завдання: схематично зобразити графік залежності показів вольтметра від сили струму при різних значеннях опору реостата в колі (рис. 2), може стати орієнтовною основою розробки моделі експерименту за варіантом 3.

Як видно з наведених прикладів, допомога у вигляді допоміжних завдань має непрямий характер. Адаптація ж завдання на мікрорівні, як правило, здійснюється шляхом надання учням оперативної навчальної допомоги (ОНД) у формі прямих вказівок змістового, операційного, мотиваційного та організаційного характеру [3]. ОНД вимагає від вчителя дотримання певних вимог. Вона повинна надаватися своєчасно, тобто бути засобом активізації пізнавальної діяльності учнів; має бути адекватна тим труднощам, які виникають в учня при виконанні того чи іншого етапу дослідження. Перед наданням допомоги потрібно шляхом діалогу з'ясувати характер і причину труднощів що виникли в учня, і яку допомогу хотів би він отримати. Об'єм допомоги має відповідати рівню пізнавальних можливостей учня. Навіть при однаковій ситуації, один і той же вид допомоги для одного учня може виявитись недостатнім, а для іншого – надмірним.

Допомога, яка надається, має бути обґрунтованою і спиратись на певну орієнтовну основу – узагальнений план дій, евристичний припис, операційно-пізнавальний евристичний модуль тощо. Моделюючи процес виконання лабораторної роботи, вчитель конкретизує цілі для кожного її етапу [3, 4, 5], співставляє їх з логікою вивчення теми в цілому та віковими особливостями і можливостями учнів конкретного класу; перевіряє, чи відповідають поставлені цілі умовам і можливостям фізичного кабінету, наявності в ньому необхідних технічних і дидактичних засобів. Моделювання лабораторної роботи здійснюється на основі узагальненої структурно-логічної схеми.

З вищесказаного випливає, що поняття "лабораторна робота" може мати подвійне тлумачення:

перше – виконання експерименту по готовій інструкції в умовах фізичного кабінету;

друге – цілісний процес навчального дослідження за певною структурно-логічною схемою.

Очевидно, що реалізація лабораторної роботи як цілісного дослідження в межах одного уроку є досить проблематичним завданням, з огляду на обмеженість часу, неоднорідний склад учнів тощо. Проте, не обов'язково всі етапи дослідження мають вписуватись в рамки уроку. Деякі з них можуть виконуватись на попередньому уроці або пропонуватись учням для домашнього виконання. Наприклад, розробка моделі експерименту може бути запропонована учням в якості домашнього завдання. Навчальна допомога в даному випадку може надаватись у формі узагальнених планів дій, евристичних приписів, а також допоміжних завдань, як це було показано вище. Практична реалізація моделі експерименту, після її аналізу і узагальнення, здійснюється на наступному уроці. Зрозуміло, що в кожного учня може бути своя модель експерименту і практично реалізувати на уроці всі моделі, запропоновані учнями, неможливо. Але це і не обов'язково. Головне, щоб учень, який самостійно вдома розробив модель експерименту, отримав її оцінку від вчителя та своїх товаришів, порівняв її з моделями, запропонованими іншими учнями, а практично реалізованою на уроці може бути модель, яка є найбільш раціональною, доступною в умовах даного фізичного кабінету.

Зворотній зв'язок під час проведення лабораторної роботи здійснюється вчителем шляхом спостереження і

оцінювання виконання учнями окремих дій. Не всі етапи виконання лабораторної роботи і дії учнів можуть бути оцінені шляхом перевірки записів, зроблених у зошиті. Вміння складати експериментальну установку, раціонально використовувати час, дотримуватись правил техніки безпеки, здатність до саморегуляції та співробітництва оцінюються тільки в процесі виконання експериментальної частини роботи за результатами спостереження, які вчитель фіксує в "зошиті спостережень".

Список використаних джерел:

1. *Галатюк Ю.М., Тищук В.І.* Самостійні дослідження учнів як форма диференційованого навчання в старших класах // Трудове і професійне навчання: проблеми, пошуки, перспективи: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Ч.1. – Вінниця: ВДП, 1994. – С.18-20.
2. *Галатюк Ю.М., Тищук В.І.* Диференціація діяльності учнів під час виконання лабораторних робіт з фізики // Оновлення змісту, форм та методів навчання фізики: Наукові записки Рівненського педінституту. Випуск 2. – Рівне: РДП, 1997. – С.128-135.
3. *Галатюк Ю.М., Тищук В.І.* Модульний підхід до організації самостійних досліджень учнів з фізики. – V наук-

метод. зб.: Нові технології навчання. – К.: ІСДО, 1996. – Вип. 16. – С.153-160.

4. *Галатюк Ю.М., Тищук В.І.* Організація і управління самостійною навчально-дослідницькою діяльністю учнів в позаурочній роботі з фізики // Нова педагогічна думка, 1995. – №2-3. – С.31-34.
5. *Галатюк Ю.М., Тищук В.І.* Модуль передбачає результат: Виконання експериментальних навчально-дослідницьких завдань на передбачення результатів експерименту // Нова педагогічна думка. – 1995. – №4. – С.35-42.
6. *Гончаренко С.У.* Фізика: Пробн. навчальний посібник для ліцеїв та класів природничонаукового профілю. 10 клас. – К.: Освіта, 1995. – 440 с.
7. *Гончаренко С.У.* Фізика: Пробн. навчальний посібник для шкіл III ступеня, гімназій і класів гуманітарного профілю. 10 клас. – К.: Освіта, 1995. – 430 с.

The technology of the organization of cognitive activity of pupils is considered at performance of laboratory works.

Key words: didactic conditions, differentiation of training, pedagogical technology, laboratory work.

Отримано: 19.10.2007

УДК 53(07)

Є.М. Дінділевич, А.М. Кух

Кам'янець-Подільський державний університет

СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНІ СИСТЕМИ РІВНЯНЬ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

У статті розглядається можливість використання структурно-логічних систем рівнянь при розв'язуванні розрахункових та експериментальних задач, пояснені нового матеріалу та проведені лабораторних робіт.

Ключові слова: структурно-логічні системи рівнянь, задачі, підхід, код.

Останнім часом методична наука все частіше звертається до наукових методів розвитку в учнів продуктивного мислення. Абстрагування і узагальнення, аналіз і синтез, дедукція і індукція – далеко неповний перелік методів розвитку розумових здібностей учнів та студентів, який є в арсеналі сучасного педагога. Використання різного роду структурно-логічних схем та графів не тільки навчають учнів розв'язувати фізичні задачі, а створюють передумови для виявлення недоліків в логіці розв'язання задач та ефективно корегувати знання учнів з фізики.

Як відомо, при розв'язанні фізичних задач відбувається процес кодування інформації. Тому в дію вступають більш узагальнені функції розумової діяльності. Від словесного коду, при записі задачі, ми переходимо до знакового коду, при якому кожній використовуваній фізичній величині ставимо у відповідність деяку літеру. Рисунок є графічним кодом, який аналізує проблемну ситуацію задачі. Якщо перших двох кодів ми притримуємось завжди, то третій код розв'язку у різних авторів підручників, вчителів реалізується по-різному. Так, Коршак Є.В., Павленко А.О. пропонують графові моделі ситуацій, Брандес О., Буракін Л.О. пропонують використовувати схеми зв'язку фізичних величин. Однак жоден із способів не відображає реального ходу мислення учня, даючи, однак, підказку, основну ідею розв'язку фізичної задачі.

Покладаючи в основу ідею автоматизації процесу розв'язування задач за допомогою ПЕОМ і вбачаючи в ній проблему неочевидності логічних міркувань як машини так і людини, ми прийшли до найбільш загального коду розв'язку фізичної задачі – *структурно-логічної системи рівнянь* (СЛСР). СЛСР становить спосіб запису розв'язку фізичної задачі за допомогою параметричних рівнянь або їх систем із відображенням логіки пошуку розв'язку за допомогою графової моделі. При цьому відбувається згортання словесних коментарів в вигляд спонукальних компонентів () "дужки", односторонні і двосторонні стрілки, та мислительних операцій – графічні символи прямокутників та подвійних прямокутників (зрозуміло, що вигляд форм вибрано довільно).

СЛСР є найбільш зручним наочно-логічним способом подання розв'язку проблеми, в якому виділено головні

опорні точки, напрями розумової діяльності учня (студента), що забезпечують досягнення поставленої мети оптимальним шляхом.

Використовувати СЛСР можна з 7 класу. Розглянемо це на прикладі такої задачі:

"Визначити силу тяжіння мідного проводу довжиною 10 м і площею поперечного перерізу 20 см²."

Як видно з розв'язку, після кодування умови задачі та перетворень, ставимо, характерне для аналітичного методу, запитання: "Як (звідки) можна знайти те, що питається в задачі?" Розв'язок починається з пошуку і запису формули, яка дає безпосередню відповідь на запитання задачі. Це початок нашої СЛСР. Часто справа і зліва у формулі стоять величини, яких немає в умові. Тепер слід зайнятись кожною літерою і встановити, в яку формулу вона входить, враховуючи умову задачі і можливість взяти величину із таблиці. Ланцюг логічних міркувань продовжують доти, поки не будуть використані величини умови задачі. Для нашої задачі складання СЛСР буде наступним. Запишемо формули сили тяжіння $F = gm$, де відсутнє значення маси. Маса обчислюється за формулою $m = cV$, де c беремо з таблиці. Об'єм одержуємо з формули $V = Sl$, де S – площа, l – довжина, відомі величини задачі. Графічна модель, яку, зарисовують учні, вказує хід мислительних процесів.

<p>Дано: $l = 10 \text{ м}$ $S = 0,002 \text{ см}^2$ $c = 8900 \text{ кг/м}^3$</p>	<p>Розв'язання:</p> $\left. \begin{aligned} F &= gm \quad (1) \\ m &= cV \quad (2) \\ V &= Sl \quad (3) \end{aligned} \right\}$	<p>а) $V = 0,02 \text{ м}^3$ $m = 178 \text{ кг}$ $F = 1,78 \text{ кН}$</p>
<p>Відповідь: $F = 1,78 \text{ кН}$</p>		

СЛСР можна розв'язати кроками, де кожна величина розраховується знизу вгору (а), або можна подати в загаль-