Завантажено 2007

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ

На правах рукопису

Тихонська Наталія Іванівна

УДК 372.853:53.02

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МОВИ ФІЗИКИ УЧНІВ СЕРЕДНЬОЇ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ

13.00.02 — теорія та методика навчання фізики

Дисертація
на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук

Наукові керівники:
Сергєєв Олександр Васильович, **доктор педагогічних наук, професор;**
Мінаєв Юрій Павлович, кандидат фізико-математичних наук, доцент

ЗМІСТ

ВСТУП…….....4
РОЗДІЛ І. ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ УЧНІВ МОВИ ФІЗИКИ .....….....…….....….13
1.1. Мова фізики як система знаково-символічних засобів.....……13
1.2. Оволодіння мовою фізики у контексті теорії поетапного формування розумових дій 21
1.3. Двомовна специфіка мислення у єдиній теорії психічних процесів .....…….26
1.4. Навчання учнів мови фізики у світлі моделі будови ментального досвіду.....43
Висновки до першого розділу 52
РОЗДІЛ ІІ. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ УЧНІВ МОВИ ФІЗИКИ 54
2.1. Вимоги до “мовних” знань і вмінь учнів у шкільному курсі фізики .....….....54
2.2. Загальні питання методики навчання учнів мови фізики.....63
2.3. Особливості засвоєння учнями мови фізики на навчальних заняттях різних типів.....74
2.3.1. Мова фізики при вивченні теоретичного матеріалу 74
2.3.2. Мова фізичних задач.....97
2.3.3. Мова фізики у шкільному фізичному експерименті.....121
2.4. Використання новітніх інформаційних технологій у контексті навчання учнів мови фізики.....130
2.5. Організація роботи учнів із засвоєння мови нової навчальної теми (на матеріалі молекулярно-кінетичної теорії)…….....141
2.6. “Мовний” аспект міжпредметних зв’язків (на матеріалі молекулярно-кінетичної теорії).....147
Висновки до другого розділу.....160
РОЗДІЛ ІІІ. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ВПЛИВУ ЦІЛЕСПРЯМОВАНОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ МОВИ ФІЗИКИ НА ЇХНІ УСПІХИ У ВИВЧЕННІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ …….....162
3.1. Загальні питання математичної обробки даних педагогічного експерименту і результати, пов’язані зі з’ясуванням актуальності проблеми дослідження.....162
3.2. Організація роботи в експериментальному і контрольному класах та порівняння результатів навчання 166
3.3. Участь учнів — членів Малої академії наук у розробці методичного забезпечення навчального процесу 176
3.4. Використання розробленої системи “мовних” вправ на олімпіадах для абітурієнтів фізичного факультету.....177

3.5. Досвід підготовки майбутніх учителів до роботи з навчання учнів мови фізики.....179
Висновки до третього розділу.....180
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....182
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....185
Додаток А.....206
Додаток Б.....207
Додаток В.....208
Додаток Г.....209
Додаток Д.....210

ВСТУП

Загальна характеристика роботи

Актуальність дослідження та стан розробки досліджуваної проблеми. Загальні підходи до розбудови сучасного шкільного курсу фізики відображені в Державному стандарті [63] та концепції 12-річної середньої фізичної освіти [27]. У державних вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки учнів особлива увага приділяється зростанню ролі вмінь здобувати інформацію з різних джерел , засвоювати, поповнювати та оцінювати її. За таких умов особливої актуальності набуває проблема формування самостійності мислення, готовності генерувати власні ідеї та здатності учнів до подальшого навчання протягом усього життя.

Отже, державні вимоги, з одного боку, та інтереси особистості, яка розвивається, з іншого, спричиняють необхідність пошуку нових підходів до організації навчально-виховного процесу. Розв'язанню вказаної комплексної за змістом проблеми передує пошук тих методів навчання, які забезпечуватимуть активну пізнавальну діяльність учнів.

Виходячи з теорії поетапного формування розумових дій П.Я. Гальперіна [43], з урахуванням ідей інтеріоризації [41] та діяльнісного підходу в мисленні [107; 169], є підстави стверджувати, що принципово неможливо сформувати в учнів розумові дії у певній предметній галузі без знання ними мови відповідного навчального предмета.

Учені-методисти вели і продовжують вести розробки на окремих напрямках, пов'язаних з навчанням учнів мови фізики: виділення елементів мови фізики (М.І. Шут, П.В. Бережний, А.В. Касперський [238], В.П. Сергієнко [183]); ознайомлення учнів з мовою фізичної науки (О.В. Сергєєв, П.І. Самойленко [177-180]); використання української фізичної термінології з урахуванням державних стандартів (Ю.А. Пасічник, В.Ф. Заболотний, Н.А. Мисліцька, В.С. Моргунюк [143]); розвиток знань учнів про мову фізичних величин (В.М. Мощанський [130], В.І. Рєшанова [161]); дидактичні основи формування фізичних понять у середній школі (О.І. Бугайов [25], Б.Є. Будний [29], Р.Ю. Волковиський [40], С.У. Гончаренко [50], Є.В. Коршак [163], О.І. Ляшенко [110; 111], М.Й. Розенберг [164], А.В. Усова [211; 212] та інші).

Однак проведені нами спеціальні дослідження свідчать про те, що оволодіння учнями мовою фізики у середній школі не носить системного характеру, а наукові роботи з цієї проблеми на рівні захищених дисертацій з теорії та методики фізики в Україні відсутні. Таким чином, існує нагальна необхідність у створенні теоретично обґрунтованої і експериментально перевіреної методики навчання учнів мови фізики.

Визначальним для нас етапом у розробці необхідного теоретичного підґрунтя такої методики було ознайомлення з єдиною теорією психічних процесів Л.М. Веккера [35; 36]. На нашу думку, ця теорія дозволяє краще зрозуміти важливі для створення методики навчання мови фізики положення інших загальновідомих психодидактичних теорій, які практично завжди виступають теоретичним підґрунтям при розробці конкретних методичних

питань. Крім того, оригінальний підхід Л.М. Веккера до трактування механізму мислення підказав нам ідею, яка стала стрижньовою для створення методики навчання учнів мови фізики.

Для розуміння подальшого викладу нашої роботи треба звернути увагу на той факт, що ми вимушені будемо вживати слово “мова” у різних значеннях. Так, дещо незвичним для дидактики фізики є таке значення, що використовує автор єдиної теорії психічних процесів, до якої ми будемо звертатися для отримання дидактичних наслідків.

Проведений Л.М. Веккером аналіз емпіричних характеристик мислення дозволив розкрити загальну специфіку цього процесу. Вона полягає у тому, що мислення протікає як неперервний оборотний переклад інформації з *мови просторово-предметних структур*, які сприймаються або уявляються одночасно (симультанно), на *символічно-операторну мову*, для якої характерна одновимірність, послідовність у часі (сукцесивність). Окрема думка при цьому виступає результуючим, узгодженим психічним інваріантом зазначеного оборотного перекладу.

Докладніше про двомовну специфіку мислення йтиметься у п. 1.3. Наразі лише зазначимо, що загальна ідея про двомовне розгортання розумових процесів потенційно розкриває закономірності пізнавальної діяльності. Однак до цього часу вона *не знайшла належного відображення* в методиці навчання фізики, хоча могла би стати теоретичним підґрунтям і одночасно провідною ідеєю не лише при створенні методики навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи, а і послугувати розвиткові дидактики фізики у цілому .

Таке припущення має під собою підстави. По-перше, існує позитивний досвід урахування цієї ідеї при розробці інноваційної “збагачувальної моделі” розвитку інтелекту на матеріалі навчання математики (М.О. Холодна [225]). По -друге, теорія двомовної специфіки розумових процесів Л.М. Веккера може, на наш погляд, пояснити як отримані психологами і дидактами численні експериментальні факти щодо доцільності перекодування учнями навчальної інформації (Л.В. Занков [75; 76], Н.Г. Салміна [173; 174], А.М. Сохор [193], Л. М. Фрідман [221] та ін.), так і існування позитивного впливу наочності на ефективність навчання фізико-математичних дисциплін, на який вказують учені -методисти (Н.С. Бесчастна [19], Ф.З. Босенко [24], С.П. Величко [37], Є.В. Коршак, В.Г. Нижник, В.Д. Сиротюк [135], І.В. Сальник [175], Н.А. Тарасенкова [203] та ін.).

Виходячи із вищезазначеного можна стверджувати, що актуальною є обрана тема дисертаційного дослідження **“Методика навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи”**, яке виконане відповідно до тематичного плану наукових досліджень кафедри фізики та методики її викладання Вищого навчального закладу “Запорізький національний університет” Міністерства освіти та науки України. Тема дисертації затверджена на засіданні науково-технічної ради ЗНУ (протокол №3 від 27 грудня 2000 року) й узгоджена в Раді з координації наукових досліджень АПН України в галузі педагогіки та психології (протокол №4 від 11 квітня 2001 р.).

Об’єктом дослідження обраний процес навчання фізики у сучасній середній загальноосвітній школі в аспекті методів формування в учнів розумових дій і засвоєння ними фізичного знання.

Предмет дослідження — навчання учнів середньої загальноосвітньої школи мови фізики як ефективного знаряддя аналізу і розв’язування пізнавальних задач у ході навчального процесу, пов’язаного з вивченням фізики.

Мета дослідження полягає у науковому обґрунтуванні основ методики результативного навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи, яка б враховувала сучасні психолого-педагогічні концепції.

Гіпотези дослідження:

• Через те, що з мовленням пов’язані обов’язкові етапи формування розумових дій (за П.Я. Гальперіним), цілеспрямоване навчання учнів мови фізики підвищить результативність навчальної діяльності з фізики в цілому.

• Оскільки мислення протікає як процес неперервного оборотного перекладу інформації з мови одновимірних мовленнєвих структур на мову просторових образів (за Л.М. Веккером), врахування двомовності розумових процесів через виконання учнями спеціальних завдань на перекодування фізичної інформації у різні форми сприятиме розвитку їхніх розумових здібностей та формуванню в них дієвих фізичних знань.

Згідно з предметом, метою та гіпотезами дослідження були визначені його конкретні **завдання**:

1. З позицій сучасних психолого-педагогічних концепцій теоретично обґрунтувати новий підхід до розбудови методики навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи.

2. Створити систему дидактичних завдань, що конкретизують запропоновану головну ідею цієї методики.

3. Експериментально перевірити результативність використання системи створених завдань у плані підвищення успішності засвоєння шкільного курсу фізики.

Методологічну та теоретичну основи дослідження склали провідні психолого-педагогічні концепції, а саме: концепція навчання та розвитку учнів (Л.С. Виготський [41]), діяльнісна теорія (О.М. Леонтьєв [107]), основні положення про єдність знань та діяльності (С.Л. Рубінштейн [169]); єдина теорія психічних процесів (Л.М. Веккер [35]); принципи та положення теорії поетапного формування розумових дій (П.Я. Гальперін [43], Н.Ф. Тализіна [202]); модель будови ментального досвіду (М.О. Холодна [225]).

Методологічна та теоретична основи дослідження, а також поставлені завдання визначили вибір наступних **методів дослідження:**

теоретичних:

• аналіз, зіставлення, узагальнення даних за проблемою дослідження на основі вивчення філософсько-методологічної, психолого-педагогічної та методичної літератури (для з’ясування стану досліджуваної проблеми і висування гіпотез дослідження);

• якісний і кількісний аналіз результатів педагогічного експерименту в різноманітних його формах (для доведення результативності запропонованої методики);

емпіричних:

▪ анкетування, тестування, опитування, бесіди з учнями, вивчення учнівських робіт (для отримання об'єктивних даних про педагогічні факти, явища, процеси, що пов'язані з навчанням учнів мови фізики);

▪ спостереження за процесом навчання (для відпрацювання методики навчання мови фізики);

▪ педагогічний експеримент (для встановлення ефективності та результативності розробленої методики в цілому та окремих її елементів).

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що запропоновано новий підхід до розбудови методики навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи, який *уперше* в теорії та методиці навчання фізики враховує концептуальні положення єдиної теорії психічних процесів щодо двомовного характеру мислення.

Конкретні наукові результати, одержані *вперше*, такі:

♦ теоретично обґрунтована необхідність включення до поняття мови фізики не лише мовленнєвої, а й образної складової;

♦ доведена доцільність урахування двомовної специфіки мислення при створенні дидактичних засобів навчання фізики;

♦ виокремлено напрямок методики навчання мови фізики, пов'язаний з ознайомленням учнів із синтаксичними засобами навчальних фізичних текстів;

♦ визначені напрямки створення баз даних для навчальних і контролюючих комп'ютерних програм, орієнтованих на навчання мови фізики.

Дістав *подальший розвиток* метод ключових слів при розв'язуванні фізичних задач у застосуванні до ключових слів-термінів.

Практична значущість дослідження полягає у розробці дидактичних матеріалів у вигляді навчальних вправ, які можуть використовуватися вчителями фізики у їхній практичній діяльності, а також викладачами ВНЗ у процесі підготовки майбутніх учителів фізики; у впровадженні методики навчання учнів мови фізики у практику середньої загальноосвітньої школи, що дозволило зробити процес вивчення фізики результативнішим.

Особистим внеском автора є: проведення попередніх досліджень щодо актуальності та стану розробки проблеми; теоретичне обґрунтування методики навчання мови фізики, стрижньовою ідеєю якої є організація процесу діяльності учнів з перекодування фізичної інформації; розробка значної частини навчальних завдань, у яких практично реалізується основний задум запропонованої методики; визначення головних напрямків використання новітніх інформаційних технологій при навчанні учнів мови фізики; організація і проведення педагогічного експерименту та обробка його результатів.

Вірогідність отриманих результатів забезпечується аналізом значної кількості наукових, психолого-педагогічних і навчально-методичних праць з теми дослідження; адекватністю методів дослідження його меті та завданням; коректним використанням статистичних методів обробки експериментальних

даних; тривалістю дослідно-експериментальної роботи; обговоренням результатів дослідження на численних науково-методичних і практичних конференціях та семінарах.

Апробація та впровадження результатів дослідження здійснювались у процесі педагогічної роботи, яка проводилась дисертантом у Запорізькому обласному центрі науково-технічної творчості учнівської молоді "Грані" [довідка № 42 від 28.02.2006 р.], у загальноосвітній середній школі №15 м. Запоріжжя [довідка № 038 від 28.02.2006 р.], у Запорізькому ліцеї №105 [довідка № 554 від 12.10.2006 р.], а також у Запорізькій гімназії № 28 [довідка № 01/86 від 13.10.2006 р.].

Розроблені дисертантом рекомендації були впроваджені у процес підготовки майбутніх учителів фізики на фізичному факультеті Запорізького національного університету [довідка № 01-09/374 від 6.03.2006 р.], а дидактичні матеріали у вигляді навчальних вправ на перевірку знання учнями мови фізики — у навчальний процес шкіл № 1, 2, 11, 16 м. Бердянська Запорізької області [довідка № 1165 від 11.10.2006 р.], а також Херсонського фізико-технічного ліцею при Херсонському національному технічному та Дніпропетровському національному університетах [довідка № 230 від 13.10.2006 р.].

Хід і результати дисертаційного дослідження розглядалися на ряді методичних семінарів для вчителів фізики Жовтневого району м. Запоріжжя [довідка № 01-25/002-293 від 28.02.2006 р.].

Основні положення і результати дослідження обговорені на наукових та науково-методичних конференціях, у тому числі *міжнародних*: "Реалізація основних напрямків реформування освіти в середніх та вищих навчальних закладах" (Херсон, 2000); "Інноваційні технології навчання у вищій професійній школі" (Москва, 2001); "Проблеми підвищення якості підготовки спеціалістів" (Москва, 2002); "Нові технології у викладанні фізики: школа і ВНЗ" (Москва, 2002); "Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти" (Херсон, 2002); "Проблеми керування якістю підготовки спеціалістів у системі неперервної професійної освіти" (Москва, 2003); "Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики та астрономії" (Кам'янець-Подільський, 2003); "Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці спеціалістів: методологія, теорія, досвід, проблеми" (Вінниця, 2004); "Чернігівські методичні читання з фізики. 2004 р." (Чернігів, 2004); "Стратегія якості в промисловості та освіті" (Варна, Болгарія, 2006); "Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми" (Кам'янець-Подільський, 2006); *всеукраїнських*: "Стандарти фізичної освіти в Україні: технологічні аспекти управління навчально-пізнавальною діяльністю" (Кам'янець-Подільський, 1997); "Методичні особливості викладання фізики на сучасному етапі" (Кіровоград, 1998); "Дидактичні проблеми фізичної освіти в Україні" (Чернігів, 1998); "Актуальні проблеми вивчення природничо-математичних дисциплін у загальноосвітніх навчальних закладах України" (Київ, 1999); "Впровадження нових технологій у навчальний процес школи і ВНЗ" (Херсон, 1999); "Інновації в сучасному педагогічному процесі: теорія та

практика” (Луганськ, 1999); “Проблеми методики викладання фізики на сучасному етапі” (Кіровоград, 2000); “Засоби реалізації сучасних технологій навчання” (Кіровоград, 2001); “Модель середньої фізичної освіти в умовах переходу на 12-річний термін навчання” (Кам’янець-Подільський, 2001); “Реалізація сучасних вимог до контролю і оцінювання навчальних досягнень учнів і студентів під час вивчення природничо-математичних дисциплін” (Херсон, 2001); “Стратегічні проблеми формування змісту курсів фізики та астрономії в системі загальної середньої освіти” (Львів, 2002); “Методичні особливості викладання фізики на сучасному етапі” (Кіровоград, 2002); “Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики” (Кривий Ріг, 2002); “Засоби і методи навчання фізики” (Чернігів, 2002); “Діяльнісний підхід у навчально-пошуковому процесі з фізики” (Рівне, 2002); “Засоби реалізації сучасних технологій навчання” (Кіровоград, 2003); “Сучасні технології в науці та освіті” (Кривий Ріг, 2003); “Методичні особливості викладання фізики на сучасному етапі” (Кіровоград, 2004); “Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики” (Київ, 2004); “Особливості підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін в умовах переходу школи на профільне навчання” (Херсон, 2004); “Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі” (Кривий Ріг, 2005); “Чернігівські методичні читання. 2005” (Ніжин, 2005); “Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі” (Кривий Ріг, 2006); “Чернігівські методичні читання. 2006” (Чернігів, 2006); “Освітнє середовище як методична проблема природничо-математичної освіти” (Херсон, 2006); у *регіональних*: “Інформаційні технології в освіті” (Бердянськ, 2001); “Психолого-педагогічні та методичні засади організації самостійної навчальної роботи студентів” (Запоріжжя, 2003).

Публікації: Основні результати дослідження опубліковані у 28 наукових та науково-методичних працях загальним обсягом 14 друк. арк., з них 1 навчальний посібник (6,1 друк. арк.), 15 статей у провідних наукових фахових виданнях, серед яких 7 одноосібні, 12 статей та тез у збірниках матеріалів конференцій. Загальний обсяг особистого внеску — 6 друк. арк.

Структура дисертації: дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації становить 211 сторінок, з яких 184 основного тексту. У тексті міститься 6 таблиць та 37 рисунків. Список використаних літературних джерел налічує 250 найменувань.

РОЗДІЛ І
ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ УЧНІВ МОВИ ФІЗИКИ

1.1. Мова фізики як система знаково-символічних засобів

Звернемося до нової програми з фізики для середніх навчальних закладів [157], зокрема до сформульованих у ній освітніх цілей навчання. Серед них знаходимо оволодіння учнями *мовою фізики* та вмінням користуватися нею для аналізу інформації. Але у зазначеному джерелі відсутні відповіді на запитання: який саме зміст вкладається у словосполучення "мова фізики", і як сприяти оволодінню учнями цією мовою? Тому розглянемо детальніше підходи до тлумачення поняття *мова фізики*, які зустрічаються у науково-методичній літературі.

Останнім часом в Україні з'явилася низка робіт [87; 183; 238; 239], у яких під мовою фізики розуміють фактично її *понятійний апарат*. Так, в одній з них звертається увага на те, що фізика, як і будь-яка конкретна наука, оперує певними поняттями, має притаманну лише їй "мову", основними елементами якої є суто фізичні поняття — *фізичне явище, фізична величина, фізичний закон*, а також загальнонаукові — *гіпотеза, принцип, постулат, закономірність* і т.п. [238, с. 7]. Далі у зазначеній роботі у стислій формі викладені основні поняття фізики як навчального предмета, охарактеризовані основні фізичні закони, теорії та їх взаємозв'язок, описані характерні особливості фундаментальних взаємодій. При цьому вказується, що "мовою" окремих фізичних теорій слугує відповідний математичний апарат.

Думка про те, що мовою фізики є *математика*, набула поширення ще з часів Г. Галілея. Про значення математики для фізики він писав: "Філософія написана в тій величній книзі, яка завжди відкрита в нас перед очима (я маю на увазі Всесвіт), але яку неможливо зрозуміти, якщо заздалегідь не вивчити її мову і не пізнати ті письмена, якими її написано. Її мова — математика..." (Цит. за [93, с. 3]).

Автор книги про мову фізики [249] також пише про те, що знання у фізичних теоріях фіксуються за допомогою математики, і у цьому сенсі вона є мовою цих теорій. Таку думку поділяють багато фізиків. Наприклад, у відомій книзі Нобелівського лауреата Л. Купера "Фізика для всіх" [104] є навіть параграф "Мова фізики", в якому він обговорює питання, що пов'язані з математикою як мовою фізики.

Дослідники специфічних мов наук також відбивають таке бачення у своїх працях. Так, В.В. Налімов — автор імовірнісної моделі мови — в одному з розділів монографії [131], який має назву "Математика як мова", приділяє спеціальну увагу математиці як мові фізики.

Безумовно, не можна не визнавати тієї величезної ролі, яку відіграє математика у фізиці. Але все ж таки тезу "математика — мова фізики" можна сприймати лише у метафоричному значенні.

Для того, щоб розуміти та створювати тексти на фізичні теми, необхідно знати серед іншого і правила інтерпретації та вживання фізичної термінології,

символіки, номенклатури. Ця думка знаходить своє відображення в роботах академіків О.В. Сергєєва та П.І. Самойленка. За їхнім означенням мова фізики — *штучна знакова система*, що виконує пізнавальну та комунікативну функції ; це сукупність термінології, символіки та номенклатури, правил їх складання, перетворення, тлумачення й оперування ними [177, с. 61].

Навіть такий короткий огляд деяких позицій щодо тлумачення поняття мови фізики показує, що науковці ще не дійшли згоди щодо цього питання.

Отже, нам потрібно визначитися відносно того, що саме будемо розуміти під мовою фізики у подальшому викладі. Треба зазначити, що наша власна позиція зазнала змін у ході дослідження та обговорення отриманих нами результатів з іншими дослідниками та вчителями-практиками.

На початку роботи ми виходили з означення мови фізики, яке дали академіки О.В. Сергєєв та П.І. Самойленко. А тому перший названий у цьому означенні елемент мови фізики — термінологія — був у центрі уваги і розглядався нами у низці публікацій [4; 11; 12; 13; 206]. Вони були присвячені розробці методичних прийомів, що мали сприяти кращому засвоєнню учнями середньої школи фізичних термінів, вивчення яких передбачене навчальною програмою.

Наша практична робота у школі та в університеті, обговорення проблем, пов’язаних з темою дисертаційного дослідження, з колегам по кафедрі дозволили подивитися на поняття мови фізики дещо ширше. Зокрема, Ю.П. Мінаєв звернув нашу увагу на існування специфічної мови фізичних задач [122] та запропонував взяти участь у розробці відповідної методики навчання учнів та студентів. Результати роботи у цьому напрямку знайшли своє відображення не лише у спільних публікаціях [9; 10; 124], а й в організації спецкурсу “Мова фізичних задач” для студентів педагогічного відділення фізичного факультету Запорізького національного університету.

Крім того, участь у дослідженні залежності якості засвоєння школярами і студентами навчального матеріалу з фізики від рівня розвитку їхнього формального мислення, яке проводилося під керівництвом Ю.П. Мінаєва [6; 7], спонукала до більш детального ознайомлення з роботами психологів і дидактів, зокрема [35; 36; 41; 43; 46; 173; 174; 202; 203; 222; 225; 227 та ін.]. У результаті чергового повернення до теорії поетапного формування розумових дій П.Я. Гальперіна [43] ми ще раз упевнились в актуальності теми нашого дисертаційного дослідження, бо згідно з цією теорією мовлення займає ключове місце у декількох етапах формування розумових дій. Отже, якщо ставити за мету формування розумових дій у певній галузі, то не обійтися без засвоєння відповідної галузевої мови.

Але ключовим для виходу нашого дослідження на якісно новий рівень було ознайомлення з єдиною теорією психічних процесів Л.М. Веккера [35]. У цій теорії розкривається механізм мислення як процесу народження думки у результаті узгодження двох мов — мови мовленнєвих структур і мови просторових образів. Мова мовленнєвих структур характеризується одновимірністю, послідовним розгортанням у часі (*сукцесивністю*). А мова просторових образів дозволяє одночасно “схопити” весь об’єкт

розмірковування (тобто характеризується *симультанністю*). Кожна з цих мов, що беруть участь у мисленні, має свої сильні й слабкі сторони, кожна виконує свою функцію у спільному процесі. Детальніше про це йтиметься у п. 1.3.

Наразі ми лише ще раз підкреслимо, що ознайомлення саме з цією теорією дозволило нам пояснити для себе багато експериментальних фактів, відомих як із власного досвіду, так і з психолого-педагогічної літератури.

Крім того, усвідомлення механізму мислення надало чіткого спрямування нашим пошукам методичних прийомів навчання учнів мови фізики, зокрема стало очевидним, що принципово не можна нехтувати її образною складовою, не дивлячись на те, що вона незрівнянно менше унормована порівняно з мовленнєвою. Лише узгоджене засвоєння обох складових мови фізики дозволяє учням розуміти цей навчальний предмет.

Аналогічний висновок мав би стосуватися й інших предметів природничо-математичного циклу. Отже, був сенс у тому, щоб звернутися до психолого-дидактичних досліджень, які розглядають загальні проблеми специфічних мов навчальних предметів. Серед таких робіт нашу увагу особливо привернули монографії Н.Г. Салміної [173; 174]. Перша з цих монографій завершується такими словами: “Експериментальні дослідження показали, що вміння оперувати знаково-символічними засобами необхідно формувати. Будучи ефективним знаряддям аналізу і розв’язування пізнавальних задач, знаково-символічні засоби являють собою особливу мову, для засвоєння якої необхідні певні умови. Лише кероване і цілеспрямоване засвоєння цієї мови робить її ефективним засобом пізнання” [173, с. 128]. До “знаково-символічних об’єктів” , за словами автора цитованої роботи, можна віднести засоби природної та штучної мови [173, с. 7].

У другій монографії під назвою “Знак і символ у навчанні” прямо сказано: “Ми використовуємо термін “знаково-символічні засоби”, який об’єднує всю сукупність знаків і символів” [174, с. 4]. При цьому власне дослідження автор обмежує аналізом невербальних знаково-символічних засобів і серед них перш за все засобів, що обслуговують пізнання, — візуальних [174, с. 5].

Зробивши короткий огляд досліджень своїх попередників (включаючи Л. С. Виготського і О.Р. Лурію), Н.Г. Салміна констатує недостатню розробленість у психолого-педагогічній літературі проблеми засвоєння знакових засобів і оперування ними [174, с. 7].

Обґрунтовуючи актуальність свого дослідження, Н.Г. Салміна пише: “ Враховуючи значення знаково-символічної діяльності у навчанні, актуальною стає розробка програм із формування знаково-символічної діяльності. Оскільки ця діяльність має свою структуру, способи функціонування, великий спектр засобів, які в ній використовуються, тобто специфічний зміст, який не є предметом спеціального засвоєння у шкільній програмі, у книзі обговорюються різні варіанти формуючих програм, які відповідають різним завданням навчання” [174, с. 8].

Продовженням того напрямку досліджень, який був започаткований автором згаданих монографій, можна вважати роботу Н.А. Тарасенкової, яка

була захищена в Україні як докторська дисертація з теорії та методики навчання (математики) у 2004 році [203]. Але нам невідомі дисертаційні дослідження, в яких би розглядалася проблема формування в учнів середньої школи знаково-символічної діяльності *на матеріалі фізики*.

З урахуванням того змісту, який вкладає Н.Г. Салміна у використані нею терміни "знаково-символічні засоби" і "знаково-символічна діяльність", означену проблему стосовно навчального предмета "фізика" можна, на наш погляд, розглядати як проблему навчання учнів середньої школи мови фізики.

Отже, під ***мовою фізики*** у нашому дослідженні ми будемо розуміти систему знаково-символічних засобів, які використовуються у навчальному процесі, пов'язаному з вивченням фізики.

Зазначимо, що у випадку навчального предмета "математика" аналогічне словосполучення для подібних цілей використовувала Т.М. Хмара у своєму методичному посібнику "Навчання учнів математичної мови" [223]. Причому словосполучення "математична мова" і "мова математики" у цьому посібнику виступають як синонімічні. Так у розділі "Особливості навчання учнів математичної мови" читаємо: "Мова математики є окремим випадком знакових систем, які можна назвати мовами" [223, с. 5].

Варто звернути увагу на те, що Т.М. Хмара до "мовних засобів" відносить і графіки функціональних залежностей. Вона пише: "Вивчаючи функції, учні ознайомлюються з важливим мовним засобом, що запозичується з математики різними науковими та виробничими галузями. Це графічний спосіб зображення функціональних залежностей" [223, с. 43]. З іншого боку, Н.Г. Салміна [174, с. 40], а за нею і Н.А. Тарасенкова [203, с. 95] поділяють знаково-символічні засоби на два класи: мовні та немовні. Щоправда, Н.А. Тарасенкова у схемі, яка мала ілюструвати такий поділ [203, с. 97], та у подальшому викладі свого дисертаційного дослідження використовує терміни "вербальні" та "невербальні". При такому підході графіки функціональних залежностей відносять до немовних (невербальних) знаково-символічних засобів, а навчальні тексти (які, до речі, можуть містити у собі ті самі графіки) — до мовних (вербальних).

На наш погляд, вважати, що "знаково-символічні засоби являють собою особливу мову" [173, с. 97], а потім поділяти їх на "мовні" та "немовні" — не зовсім послідовно. Терміни "вербальні" та "невербальні" (у тому розумінні, в якому вони використовуються в психології [231, с. 45]) здаються більш адекватними. Але все ж таки відносити однозначно такі складні утворення як навчальні тексти до вербальних засобів ми не вважаємо коректним. Наведемо приклад із дисертації Н.А. Тарасенкової. У пункті 2.2.5 "Навчальні тексти" підрозділу 2.2. "Особливості вербальних знаково-символьних засобів" йдеться серед іншого про топографію (взаємне розміщення) мовних і *немовних* (!) елементів навчального тексту [203, с. 121].

Уникнути подібних термінологічних проблем досить складно, особливо якщо використовувати такі загальновживані слова як мова, мовлення, знак, символ, мислення, інтелект. З іншого боку, такі специфічні психологічні терміни як *симультанно-просторовий гештальт* та *одновимірна сукцесивна*

Рис. 1.1. Поділ знаково-символічних засобів мови фізики
за суттєвими для даної роботи ознаками

структура також не завжди сприймаються однозначно. Це ми відчули на власному досвіді. Як досягти компромісу?

Складність ситуації полягає в тому, що ми маємо на меті звернути увагу методистів-фізиків на дуже цікаву і корисну, на наш погляд, для розвитку дидактики фізики психологічну теорію, автор якої користується досить точними, але незвичними для багатьох методистів термінами. Йдеться про вже згадану нами єдину теорію психічних процесів Л.М. Веккера [35]. Згідно з цією теорією у мисленні беруть участь дві мови — мова симультанно-просторових гештальтів (скорочено: просторових образів) і мова одновимірних сукцесивних мовленнєвих структур (скорочено: мовленнєвих структур).

Оскільки елементи обох мов заміщають (або представляють) у нашій свідомості матеріальні чи ідеальні об’єкти, ми можемо їх вважати знаково-символічними засобами, не загострюючи, слідом за Н.Г. Салміною, увагу на диференціації термінів “знак” і “символ”. А ось називати одні “мовними”, інші ж — “немовними” нам було б важко. Крім того, окремий елемент однієї з цих мов у залежності від контексту може сприйматися як елемент другої мови. Так, фізичні формули часто сприймаються як символічний запис формулювання закону чи означення, а в інших випадках на них можна дивитися як на графічні об’єкти, з якими можна проводити перетворення, переміщуючи їх окремі фрагменти у просторі за певними правилами. У першому випадку формули сприймаються як *мовленнєві структури*, а у другому — як *просторові образи*, які “схоплюються” одночасно (симультанно).

Ще на один важливий для нашого дослідження момент ми хотіли б звернути увагу. Система знаково-символічних засобів, які використовуються у навчальному процесі, пов’язаному з вивченням фізики, містить елементи, що відрізняються за унормованістю і, відповідно, сферою вживання. Умовно їх можна поділити на *нормативні* та *індивідуальні*. Зазвичай, коли йдеться про навчання учнів мови фізики, мають на увазі нормативну її частину. Але нехтування індивідуальними знаково-символічними засобами мови фізики є, на нашу думку, принципово шкідливим.

Яскравим прикладом сфери широкого вжитку індивідуальних (неунормованих) знаково-символічних засобів поряд з унормованими є умови і розв’язки фізичних задач. І якщо вчитель має на меті навчити своїх учнів розв’язувати не лише декілька типів стандартних задач, то він повинен подбати про засвоєння ними відповідної мови. Докладніше про мову фізичних задач ітиметься у п. 2.3.2.

Ми вже звертали увагу на те, що мислення за теорією Л.М. Веккера протікає як процес узгодження мови просторових образів і мови мовленнєвих структур, причому елементи першої з них значно менше унормовані, але вони так само як і елементи другої мови виконують замісну функцію і беруть участь у розумових процесах. Крім того, вони часто виконують і комунікативну функцію, коли ми передаємо інформацію з використанням графіків, діаграм, рисунків, креслень тощо. Отже, елементи мови просторових образів можна поряд з елементами мови мовленнєвих структур вважати знаково-символічними засобами і комунікації, і мислення. Зазначимо принагідно, що у

сучасній дидактиці стали підкреслювати значення символотворчості учнів для успішності навчального процесу [227].

Умовний поділ знаково-символічних засобів мови фізики за розглянутими підставами представлений на рис. 1.1.

У наступних параграфах цього розділу ми послідовно розглянемо основні теорії, які виконали у нашому дослідженні роль психолого-дидактичних засад.

1.2. Оволодіння мовою фізики у контексті теорії поетапного формування розумових дій

Звернемося до більш докладного розгляду *теорії поетапного формування розумових дій*, яка розроблялася видатними психологами П.Я. Гальперіним та Н .Ф. Талізіною [43; 202]. Перехід від зовнішніх, предметних дій до внутрішніх, розумових відбувається, згідно з цією теорією, через проміжні етапи, безпосередньо пов'язані з *мовленням.* Були виділені три форми дії: матеріальна, зовнішньомовленнєва та розумова.

Матеріальна (матеріалізована) форма є початковою. Її особливість полягає в тому, що об'єкт дії пропонується учневі або у вигляді реальних предметів (матеріальна форма дії), або у вигляді моделей, схем, рисунків, графіків (матеріалізована форма дії). Ця форма дії дозволяє розкрити перед учнем зміст самої дії, її склад та алгоритм, за яким відбувається розв'язування задач із застосуванням відповідної дії.

Зовнішньомовленнєва форма дії характеризується тим, що об'єкт дії поданий у формі мовлення, і процес перетворення цього об'єкта відбувається також у мовленнєвій формі — у формі суджень. У цій формі дія набуває характеру теоретичної, ідеальної дії, але доступної ще зовнішньому, об'єктивному спостереженню.

Розумова форма дії повністю відбувається як внутрішня, її об'єктами є уявлення або поняття.

Дослідження функціональних частин дії дозволило авторам розглядуваної теорії розділити діяльність на орієнтувальну, виконавчу та контрольно-коригуючу частини.

Особливе місце у цій теорії належить *орієнтувальній основі діяльності* (ООД), яка спрямована на правильну побудову виконавчої частини діяльності та на раціональний вибір одного з можливих способів її виконання. ООД характеризується тими ж параметрами, що й діяльність у цілому (формою, мірою узагальненості, ступенем розгорнутості, мірою засвоєння). На підставі трьох основних характеристик ООД (повноти відображення умов, що забезпечують успішність виконання дії; міри узагальненості орієнтирів, що визначають межі застосування даної ООД; способу отримання ООД суб'єктом дії — знайдена самостійно чи отримана ззовні) П.Я. Гальперіним та Н.Ф. Талізіною були виділені три основні типи ООД.

1-й тип характеризується тим, що склад орієнтувальної основи неповний, орієнтири виокремлюються учнем самостійно шляхом спроб та помилок. Процес формування дії на такій основі відбувається повільно, з великою кількістю помилок. Сформована дія виявляється чутливою до незначних змін

умов її виконання.

2-й тип характеризується наявністю вказівок, необхідних для виконання дії. Але вони отримуються учнем, по-перше, у готовому вигляді, а по-друге, в конкретній формі. Формування дії на такій основі відбувається швидше та без помилок. Сформована дія більш стійка, ніж при першому типі орієнтування. Проте сфера переносу дії не виходить за межі схожості конкретних умов її виконання.

3-й тип характеризується тим, що має повний склад, орієнтири подані в узагальненому вигляді, який є характерним для цілого класу явищ. У кожному окремому випадку орієнтувальна основа діяльності складається учнями самостійно за допомогою загального методу, який їм надається. Дія, що сформована, виявляється стійкою до змін умов виконання і може бути перенесена у принципово нові умови.

Найпродуктивнішим з цих типів є третій. П.Я. Гальперін вказує на швидкість і безпомилковість процесу формування дій, а також на їхню високу стійкість і широту переносу [43, с. 270].

Розглянемо коротко етапи формування розумових дій.

На *етапі матеріальної або матеріалізованої дії* учні виконують її у зовнішній, розгорнутій формі. Спеціальні дослідження, які проводила Н.Г. Салміна [173], показали, що ефективність засвоєння навчального матеріалу учнями збільшується при використанні спочатку матеріалізованих, а потім матеріальних об’єктів.

Після того як увесь зміст дії як матеріальної або матеріалізованої виявляється засвоєним, її слід перевести на наступний етап — голосного мовлення. На цьому етапі, де всі елементи дії подані у формі зовнішнього мовлення (усного або письмового), дія проходить подальше узагальнення та скорочення.

Перенесення дії у розумовий план стає можливим завдяки відриву дії від речей та переведення її у мовленнєву форму. На цьому етапі учні коментують дію в її суттєвих моментах. Тут відбувається поступовий перехід до *наукової мови*, засвоєння якої стає кінцевим результатом цього етапу. За Н.Г. Салміною [173], наукова термінологія та символіка повинна вводитися уже на етапі матеріалізованої дії, оскільки наукова мова несе особливий зміст, який не можна передати природною мовою.

Перейдемо до розгляду наступного етапу формування розумових дій — етапу так званого *“зовнішнього мовлення сам до себе”*. На цьому етапі відбувається перенесення мовленнєвої дії у внутрішній план. Тобто, дія виконується у формі мовлення сам до себе і зазнає подальших змін за параметрами узагальнення та згорнутості. Власне це вже перша форма розумової дії.

На останньому етапі мовлення зовнішнє перетворюється у внутрішнє. Дія максимально скорочується й автоматизується.

З розглянутої теорії випливає, що *сформувати розумові дії у будь-якій предметній галузі принципово неможливо без знання учнями мови відповідного предмета.* Якщо учень не відображає предметний зміст у мові, то він у змозі

вирішувати лише певне коло практичних завдань, де є достатнім орієнтування у плані сприйняття. У цьому випадку не формуються вміння міркувати, обґрунтовувати отриманий розв'язок.

Теорія поетапного формування розумових дій експериментально перевірялася на величезному матеріалі. Її основні результати використовують вчителі-практики. Так, відомий донецький учитель В.Ф. Шаталов запропонував новий підхід до керування пізнавальною активністю учнів через збільшення їхньої мовленнєвої практики (понад 20 учнів на одному уроці). У запропоно ваній ним методиці значна увага приділена розвиткові мовлення учнів з різних предметів (зокрема фізики), бо саме "...активне мовленнєве спілкування школярів при оволодінні знаннями стає джерелом творчого їх відношення до навчальної діяльності" [234, с. 62].

Учні експериментальних класів В.Ф. Шаталова отримали можливість тихо промовляти навчальний матеріал перед учителем або на магнітофон, використовуючи при цьому так звані опорні сигнали, які в образно-символічній формі відображають суть матеріалу певної теми [235]. Цей винахід, на думку його автора, дозволяє не тільки збільшувати темп мовлення учнів та спрощувати оперування новими термінами, а також сприяє міцному засвоєнню предметних знань.

Психологією накопичений багатий експериментальний матеріал стосовно зв'язку мислення та мовлення. Так, А.Г. Маклаков звертає увагу на те, що якість і кількість розв'язаних учнями завдань збільшується, якщо вони їх формулюють вголос [112, с. 301]. Отже, процес мислення відбувається тоді, коли його результат у вигляді окремої думки набуває словесного вираження.

Проаналізуємо коротко організацію *контролюючої* та *коригуючої* частин. У теорії поетапного формування розумових дій пропонуються такі параметри якості розумової дії, як узагальненість, розгорненість, ступінь засвоєння, усвідомленість, розумність, міцність та ін. Контролююча частина дії спрямована на перевірку правильності результатів як орієнтувальної частини, так і виконавчої, а також на спостереження за ходом виконання наміченого плану. У випадку знаходження помилки необхідна своєчасна її корекція.

У теорії поетапного формування розумових дій мислення розглядається як "згорнутий" у мові процес зовнішньої предметної діяльності [176, с. 133]. Основна закономірність розвитку розумових процесів полягає у зростаючому взаємопроникненні їхніх предметно-структурних та символічно-операторних компонентів.

Матеріали досліджень П.Я. Гальперіна та Н.Ф. Талізіної дозволяють зробити висновок, що *чим сформованіші в учнів мовленнєві компоненти розумових операцій, тим узагальненішими стають ці операції*. Причому, ймовірність їх здійснення збільшується. А разом зі збільшенням цієї ймовірності збільшується варіативність у виконанні операцій та пов'язана з цим широта переносу, на яку вказував П.Я. Гальперін, говорячи про третій тип орієнтувальної основи діяльності.

Головна особливість третього типу орієнтування полягає в тому, що у такий спосіб в учнів з'являється можливість в отриманні не тільки теоретичних

знань, а й методів їх добування.

Вивчення мови фізики взаємопов'язане із засвоєнням учнями логічних прийомів мислення, які також мають бути засвоєні якомога раніше. У подальшому мова фізики і логічні прийоми мислення будуть використовуватися учнями як пізнавальні засоби для успішного вивчення фізики.

Методиці формування прийомів логічного мислення в учнів середньої школи в літературі приділяється значна увага (Н.Ф. Тализіна [202], Ю.О. Петров [147]). Методика ж навчання учнів мови фізики до цього часу не була розроблена.

Завдяки мовним засобам орієнтувальна діяльність може відбуватися у внутрішньому плані та набувати більш згорнутої форми, маючи при цьому більш збагачений зміст [162, с. 72]. *Засобом переходу* орієнтувальної діяльності у внутрішній, згорнутий план є *мовлення*, що фіксує діяльність системою значень.

Тому наше дослідження було спрямоване на розробку спеціальних вправ для навчання учнів мови фізики, бо мовленнєва ланка є обов'язковою при формуванні розумових дій. Провідна ідея, яку ми використали під час створення таких вправ, виникла як результат ознайомлення з єдиною теорією психічних процесів Л.М. Веккера [35]. Звернемося до тієї частини теорії, яка пов'язана зі специфікою протікання розумових процесів.

1.3. Двомовна специфіка мислення у єдиній теорії психічних процесів

Неповнота традиційних означень мислення. У науковій і навчальній літературі з психології наводиться велика кількість варіантів означень процесу мислення, які відрізняються між собою особливостями використаних термінів та формулювань [99; 191; 205; 231]. Усі вони поєднуються спільністю основних ознак, що складають специфіку мислення.

По-перше, мислення розглядається як відображення *зв'язків та відношень* між предметами і явищами об'єктивної дійсності. ***По-друге***, специфіка цього відображення вбачається у тому, що воно є *узагальненим*. ***По-третє***, особливість розумового відображення пов'язують також з його *опосередкованістю*, завдяки якій воно виходить за межі безпосереднього досвіду.

Не викликає сумніву сам факт належності цих ознак до розумових процесів. Це не випадково, що саме вони містяться у традиційних означеннях мислення, бо наведені ознаки явно виражені в логічній та мовленнєвій структурі розумових актів і тому легше за все піддаються фіксації та аналізу. Однак, як слушно зазначає автор єдиної теорії психічних процесів Л.М. Веккер, питання полягає в тому, чи є ці ознаки не лише необхідними компонентами структури розумових процесів, а ще й носіями специфіки цієї структури в порівнянні з формою організації *дорозумових* процесів або процесів "чисто" образного пізнання об'єктивної дійсності [36, с. 18]. Інакше кажучи, питання полягає в тому, чи є достатніми ці ознаки для проведення чіткої демаркаційної лінії, що розмежовує структуру думки та структуру образів.

Л.М. Веккер обґрунтовано доводить, що наведені вище ознаки мислення не містять у собі достатнього критерію, який би дозволив чітко відмежувати розумовий рівень пізнавальних процесів від дорозумового, образного рівня [36, с. 20].

Розглянувши по черзі кожну з названих ознак мислення, що містяться у традиційних означеннях, він констатує: "Як би там не було, але між фактом монопольної приналежності мислення людині (що ясно вказує на соціально-трудову детермінацію його генезису і структури та прокреслює певну межу між розумовими і дорозумовими процесами) та надзвичайною загальністю розглянутих ознак (що не дає опорних точок для проведення такої розмежувальної лінії) існує явна неузгодженість і навіть суперечність" [35, с. 177].

Дійсно, з одного боку, прокреслення чіткої межі між образним і розумовим рівнями організації психічних процесів натикається на значні емпіричні та теоретичні труднощі. А з іншого, — здавалося б, цілком очевидна специфічність людської психіки у порівнянні з психікою тварин. Це примушує припустити, що існує перехідна ланка, яка маскує розмежувальну лінію своїм проміжним характером і відповідною невизначеністю структури. Задля усунення зазначеного протиріччя Л.М. Веккер звертається до пошуку перехідних форм, що займають проміжне положення між перцептивними (пов'язаними зі сприйняттям) і розумовими (пов'язаними з мисленням) процесами та реалізують у ході розвитку стрибок через межу "образ — думка".

У своєму дослідженні автор єдиної теорії психічних процесів співставляє теоретико-психологічні наслідки теорії антропогенезу, яка розкрила співвідношення вихідних і похідних компонентів і факторів становлення людської психіки, з основними емпіричними висновками порівняльного дослідження тваринного і людського інтелектів. Прослідкуємо за деякими елементами такого співставлення.

У своєму фундаментальному дослідженні тварин Е. Торндайк на основі ретельного аналізу кривих навчання зробив такий висновок: розв'язування задач тваринами не ґрунтується на розумінні та не носить усвідомленого характеру. Але Е. Торндайк зробив і наступний крок у своїх умовиводах: оскільки спроби і помилки піддослідних тварин виявляють нерозуміння ситуації, тобто констатують відсутність виокремлених розумовими операціями взаємозв'язків між її елементами, поведінка тварин носить випадковий характер.

Л.М. Веккер вважає, що саме тому, що Е. Торндайк не бачить принципової межі між розумовим і образним рівнями психіки, він робить свій поспішний висновок, який став підґрунтям класичного біхевіоризму, про те, що дії тварин чисто випадкові й тому взагалі не містять об'єктивних проявів психіки. Дійсно, якщо ототожнювати психіку будь-якого рівня організації з усвідомленістю і розумінням, то потім уже емпірична констатація відсутності проявів думки автоматично приведе до заперечення наявності психіки взагалі.

Але для такого ототожнення немає ніяких інших підстав, окрім концептуальної невизначеності у трактовці межі між образом і думкою.

Подальші дослідження самих же біхевіористів привели до висновку про те, що спроби і помилки тварин все ж таки не підкоряються закону хаосу або чистої випадковості, а виражають певну спрямованість, детерміновану такими психічними регуляторами, як сенсорно-перцептивні або вторинні образи.

Факти, що свідчать про психічно опосередковану спрямованість не лише діяльності людини, а й поведінки тварин, були покладені в основу гештальтистської критики біхевіористського принципу випадкових спроб і помилок як головного чинника організації поведінки. Але у гештальтизмі, не дивлячись на явну протилежність висновкам біхевіоризму, склалася теоретична ситуація, що приховує у своєму вихідному пункті те саме загальне уявлення про психіку, в якому замасковані відмінності між принципово різними рівнями її організації.

Л.М. Веккер підсумовує: “Розпливчатість межі між біологічно детермінованою перцептивною психікою і соціально детермінованою власне розумовою її надбудовою обумовила у біхевіоризмі ототожнення відсутності думки з відсутністю психіки взагалі, а у гештальтизмі призвела до ототожнення перцептивної психіки з її інтелектуальним або розумовим рівнем. Саме з цього коріння випливає висновок В. Келера про те, що у антропоїдів виявляється інтелект “того самого роду і виду”, що і у людини. Оскільки тут стверджується не лише родова, а й видова спільність, подібність тут дійсно перетворюється у тотожність” [35, с. 180].

Отже, у підвалинах протилежних інтерпретацій дійсно знаходиться одна концептуальна схема, яка фактично ототожнює мислення з психікою і таким чином стирає ту структурну межу між сприйняттям і мисленням, яка у даному контексті є головним об’єктом розгляду.

Цьому стиранню меж і ототожненню двох різних рівнів психіки на підставі їх спільності (це поєднує біхевіоризм і гештальтизм) різко протистоїть інша позиція, згідно з якою межа, що відокремлює мислення від перцепції (сприйняття), перетворюється у нездоланну перепону. Тут людське мислення повністю відривається від свого загальнобіологічного сенсорного коріння. До свого логічного кінця цей відрив специфіки людського мислення від загальних принципів організації розумової психіки був доведений вюрцбургською школою, яка сформулювала положення про “безóбразний” і взагалі “позачуттєвий” характер думки. Цілком прозорий філософський зміст цього висновку втілений у твердженнях О. Кюльпе про незалежність мислення від досвіду і про те, що воно є таким самим первинним психічним процесом, як і відчуття.

Л.М. Веккер вважає, що ця емпірико-теоретична полярна ситуація, у підвалинах якої лежить фіктивна альтернатива, є втіленням концептуального глухого кута, оскільки розкрити *видову* специфіку явища неможливо ні за рахунок фактичного ототожнення із *родовою* спільністю, ні за рахунок відриву від неї. В обох випадках дійсне співвідношення роду і виду виявляється перекрученим. Наукове пояснення специфіки потребує розкриття її природи як особливого, окремого варіанту загального принципу. Стосовно до психології мислення у її співвідношенні з психологією образу це означає, що специфіка

мислення має бути виведена як хоча й вищий та особливий, але все ж таки спеціальний (окремий) випадок загальних принципів організації психічних процесів.

Посилаючись на О.М. Леонтьєва, Л.М. Веккер зазначає, що вихідним пунктом досоціального розвитку мислення є першосигнальний сенсорно-перцептивний рівень психічної діяльності. Первинні та вторинні образи виявляються необхідною загальнобіологічною передумовою розвитку мислення не лише тому, що без образного відображення об'єктів неможливим є відображення зв'язків між цими об'єктами, яке реалізується у мисленні, але й тому, що без регулювальної функції образів неможливі ті первинні вихідні форми предметної діяльності та діяльності спілкування, які самі, у свою чергу, є рушійною силою і головним чинником розвитку мислення.

Положення про дворівневу будову людської психіки (образний і розумовий рівні) та відповідне до неї ієрархічне співвідношення двох способів детермінації діяльності людини отримало чітке, конкретне втілення вже в культурно-історичній теорії Л.С. Виготського про походження вищих психічних функцій [41].

Згідно з цією теорією вищі психічні функції під впливом соціально-культурної детермінації надбудовуються у ході філогенезу людської психіки над її натуральним, "першосигнальним" шаром, піддаючи його перетворюючому впливу.

Якщо, таким чином, перцептивний рівень психіки складає біологічну передумову і вихідний пункт соціально-трудового розвитку, розумовий рівень є результат, а перетворююча і комунікативна діяльності становлять засіб і головну детермінанту цього розвитку, то із усього цього з необхідністю випливає, що повинна існувати *перехідна стадія* цього генезису [36, с. 26]. На цій стадії перцептивний рівень разом з його власними характеристиками вже існує та працює як основний регулятор, розумовий рівень у його власних зрілих формах ще відсутній, а дія та спілкування йдуть попереду мислення, яке ще тільки формується. На такій перехідній стадії предметна дія, не піддаючись ще регулюючому впливу думки, виступає лише засобом її формування.

Зміст основних висновків проведеного Л.М. Веккером попереднього аналізу вихідних позицій у постановці проблеми мислення полягає у принциповій дворівневості структури пізнавальних процесів. Вихідний образний рівень першосигнальної регуляції визначається загальнобіологічними закономірностями розвитку психіки як результату і фактору еволюції. А другий , похідний рівень, тобто рівень розумового пізнання і другосигнальної регуляції , є результатом включення чинників соціально-історичної детермінації у хід органічної еволюції. У цьому висновку, на думку Л.М. Веккера, полягає підсумковий зміст концепції І.П. Павлова про дві сигнальні системи та, відповідно, про два рівня сигналів, що керують поведінкою людини [142]. Вивчаючи закони вищої нервової діяльності, І.П. Павлов увів поняття про другу (мовленнєву) сигнальну систему, що взаємодіє з першою (предметною). Подразником другої сигнальної системи стає слово — засіб спілкування, носій абстракції та узагальнення.

Спільні характеристики образу і думки. Розглянувши питання про неповноту традиційних означень мислення і пов'язане з ним питання про існування перехідної форми між образом і думкою, Л.М. Веккер розпочинає пошук явного образно-розумового "перерізу", використовуючи загальну для всього свого дослідження стратегію. І у відповідності до цієї стратегії він складає перелік головних емпіричних характеристик мислення, які були виявлені експериментальною психологією. Зазначимо, що в єдиній теорії психічних процесів розглядається і межа "нервовий сигнал — найпростіший психічний сигнал", яка передує межі "образ-думка". Відповідно, скрупульозно вивчався "психофізіологічний переріз". Зрозуміло, що для цілей нашого дослідження "образно-розумовий переріз" має більший інтерес, бо перехід саме через цей "переріз" пов'язується з мовленням і, відповідно, з навчанням мови.

Л.М. Веккер розглядає родові характеристики мислення (спільні з дорозумовими пізнавальними процесами), поділяючи їх на такі блоки: просторово-часова структура мислення, модальність мислення, інтенсивність мислення. При цьому він порівнює їх з відповідними характеристиками до розумового рівня психічних процесів.

Аналізуючи *просторово-часову структуру* мислення, автор єдиної теорії психічних процесів приходить до висновку, що при переході через межу, що розділяє образ і думку, долаються всі види просторово-часових лімітів — верхніх і нижніх абсолютних, а також диференціальних порогів. Мислена часова вісь і мислене просторове поле розширюються до нескінченності. З іншого боку, абсолютна величина мисленого елемента просторової і часової структури може бути як завгодно малою. Але зникнення всіх видів порогів означає не усунення і не послаблення просторово-часових компонентів, а, навпаки, розширення їх діапазонів у сфері думки порівняно з дорозумовими психічними процесами [35, с. 191].

Значно більше ускладнень, як вважає Л.М. Веккер, порівняно із встановленням інтегральної просторово-часової структури загального поля думки і його диференціальних елементів криє у собі виявлення просторово-часових характеристик розумового відображення окремих об'єктів або подій. Цікаво, що фактичні свідоцтва просторово-предметної структурованості думки були знайдені не в роботах представників "академічної" експериментальної психології, а у дослідженнях з педагогічної, клінічної та інженерної психології. Л.М. Веккер пов'язує це з тим, що експериментальний пошук "академічних" психологів спрямовується "зверху" традиційними теоретичними позиціями, а прикладні дослідження знаходяться під неперервним прямим тиском "знизу" і вимушені реагувати на гострий практичний запит, який пробиває шлях тенденціям і фактам незалежно від загальноприйнятих теоретичних установок.

Із галузі педагогічної психології він вибірково вказує на ряд демонстративних тенденцій і фактів. Перше коло емпіричних узагальнень стосується даних психології навчання, які розкривають роль моделей у процесі оволодіння матеріалом різних навчальних дисциплін. Хоча ці дані відносяться перш за все до природничих і технічних навчальних предметів, вони мають загальне принципове значення, бо будь-яке усвідомлене оволодіння об'єктом

вивчення і розуміння його суттєвих відношень передбачає мислене відтворення , тобто побудову працюючої моделі, якщо не втіленої у матеріальній технічній схемі, то принаймні ідеальної.

Посилаючись на цикл досліджень, проведених у Новосибірському електротехнічному інституті, Л.М. Веккер наводить ряд основних схематичних узагальнень, які, на його думку, відносяться не лише до загального просторового поля або його диференціальних елементів, але й до розумового відображення предметних фігур та відтворених думкою конфігурацій явищ і подій:

1. Застосування методу моделей у процесі навчання істотно сприяє ефективності навчання і розвитку розумових операцій, умінь і навичок.

2. Найважливішою частиною психологічного складу ідеальних моделей, що формуються у свідомості учнів, є образи відтворених думкою об’єктів.

3. Образи ці формуються і функціонують на різних рівнях узагальненості, від максимально повних і конкретних до символічно схематизованих і абстрактно-фрагментарних.

4. Усі образні компоненти моделей, які відносяться до різних рівнів узагальненості, відображають зв’язки і відношення, що моделюються, перш за все у вигляді просторово-часових структур, які є найзагальнішою формою організації образу об’єкта.

5. Експериментальний матеріал свідчить про значний вплив оперування цими просторово-часовими структурами на загальну продуктивність розумових процесів [35, с. 194].

Цікавими є також інші напрямки прикладних досліджень, але ми не будемо на них зупинятися, а звернемося до розгляду наступного блоку родових характеристик мислення. Йтиметься про *модальність мислення*.

Л.М. Веккер зазначає, що у масиві фактів і феноменів традиційної лабораторної експериментальної психології мислення властивість модальності повністю відсутня. Порівнюючи цю ситуацію з тією, яка була у випадку просторово-часової структури мислення, він приходить до висновку, що модальність не входить до числа традиційно розглядуваних характеристик думки, оскільки саме в області думки знімаються порогові обмеження, які існують на перцептивному рівні [35, с. 201].

Дійсно, добре відомо, що кожна сенсорно-перцептивна модальність “вирізає” певний діапазон з об’єктивного фізичного континуума відповідних подразників (оптичних, акустичних, термічних, механічних, хімічних тощо). У ряді випадків ці діапазони, що відповідають різним модальностям, відносяться до різних ділянок одного і того ж самого фізичного спектра-континуума. Так, вібраційна і слухова модальності відносяться до одного й того ж спектра механічних коливань, а температурна (у випадку теплових променів) і зорова модальності — до різних ділянок фізично єдиного спектра електромагнітних коливань.

Думка виходить за межі “вирізаних” відповідною сенсорно-перцептивною модальністю ділянок спектрів, і “ходить” по всьому діапазону кожного з них, розсуваючи межі до нескінченності та навіть переходячи з

однієї модальності до іншої.

Для нашого дослідження важливим є той факт, підкреслений Л.М. Веккером, що розширення і універсалізація родової характеристики мислення (як у випадку просторово-часової структури, так і у випадку модальності) сприймається багатьма дослідниками за зникнення цієї характеристики, що сприяє ототожненню логіко-символічної і власне психологічної структури думки. При такому ототожненні психологічна структура думки "приноситься у жертву" структурі логіко-символічній, яка таким чином — будучи ще й до того ж чуттєво доступною — стає єдиним об'єктом розгляду. У результаті з'являється здавалося б емпірично обґрунтована можливість позбавити думку як її модальності, так і просторово-часової структури. Вони стають при цьому не властивостями самої думки, які відтворюють з тією чи іншою мірою інваріантності відповідні характеристики її об'єкта, а тільки характеристиками самого об'єкта, відображеного думкою лише опосередковано, а саме як результат логічного виводу, який здійснюється шляхом оперування "чистими" символами.

Л.М. Веккер пише, що тут спрацьовує по суті біхевіористська модель "визволення" психології від психіки, у даному випадку — психології мислення від чуттєво недоступної тканини думки. Залишаються лише чуттєво доступні стимули (у даному випадку символи) і чуттєво доступні реакції (у даному випадку операції з символами). Модальність і просторово-часова структура "випаровуються" так само, як у більш загальній схемі "стимул — реакція" взагалі відсторонюється психіка [35, с. 203].

Звертаючись до останньої родової характеристики мислення, а саме до *інтенсивності мислення*, зазначимо, що тут ситуація виявляється ще більш парадоксальною. Справа в тому, що інтенсивність як кількісна, енергетична характеристика, будучи універсальною властивістю всіх явищ природи, є з цієї причини більш загальним параметром психічних процесів, ніж конкретно якісна характеристика "модальність". Між тим, в експериментальній психології інтенсивність є традиційним об'єктом дослідження у галузі психофізики, за межами якої у психології пізнавальних процесів вона майже не розглядається.

Звернувшись знов-таки до робіт з прикладної психології, автор єдиної теорії психічних процесів знайшов велику кількість фактів, що прямо свідчать про залежність багатьох властивостей розумових процесів від внутрішньої енергетики суб'єкта як носія інформації.

Зняття порогових лімітів, яке відбувається в області просторово-часових і модальних характеристик, у достатньо явній формі характерне при переході від образа до думки і по відношенню до параметра інтенсивності. Думка в принципі може містити інформацію і про як завгодно малу, і про як завгодно велику інтенсивність її об'єкта.

Думка як результат і структурна одиниця розумового процесу. Не потребує зараз спеціальних коментарів і експериментальних обґрунтувань той факт, що думка не може бути виражена окремим словом, а втілюється у цілісному виразі або фразі. При цьому структурною одиницею такої фрази, що зберігає ще специфіку думки, є *тричленне речення*, яке містить підмет,

присудок і зв’язку. Щоправда, зв’язка може переходити у приховану форму. Цей універсальний характер тричленного речення як необхідної мовленнєвої одиниці закінченої думки був дуже чітко підкреслений у психологічному і навіть у психофізіологічному значенні ще І.М. Сєченовим.

Трикомпонентність мовленнєвої структурної формули думки він виводив з того, що предметна думка відображає не просто ізольовані об’єкти, а й відносини між ними. Відносини ж за своєю природою щонайменше двокомпонентні. Розкриття відносин, у свою чергу, потребує співставлення цих двох елементів. Отже, у структурній формулі мовленнєвої “оболонки” думки мають бути представлені еквіваленти не лише об’єктів, які співвідносяться, а й еквівалент акту їх співвідношення. Тому структурна формула мовленнєвої одиниці думки містить у собі, якщо використовувати сучасну термінологію, два операнди і один оператор.

Тричленна структурна формула одночасно втілює у собі, з одного боку, еквіваленти просторово-часової організації образно-предметного матеріалу думки, який відтворює у ній об’єкти, що співвідносять, та, з другого боку, — еквівалент символічної, мовленнєвої операції цього співвідношення. На думку Л.М. Веккера, ці емпірико-теоретичні положення І.М. Сєченова у більшій мірі відповідають логіці та структурі мислення, ніж більш пізні дані експериментальної психології мислення, у якій закріпився традиційний розрив логіко-символічних і просторово-часових властивостей думки. Сєченівська психологічна теорія далеко випередила не лише свій час, а і наступний період, найхарактернішим моментом якого була явна перевага аналітичного підходу, а не теоретико-експериментального синтезу [36, с. 68].

Тричленне речення як структурна одиниця зовнішньої мовленнєвої форми думки приховує за собою і відповідний структурний еквівалент, що відноситься вже не до мовленнєвої “оболонки” думки, а до її внутрішньої або так званої логічної форми.

Універсальною логічною формою і структурною одиницею думки є *судження*. До такого висновку приходить Л.М. Веккер, аналізуючи дані своїх попередників, зокрема Л.С. Виготського [36, с. 72]. Судження — це одночасно логічна структурна одиниця думки і разом з тим акт мислення, об’єктивований у цій структурі. Або, інакше кажучи, судження — це універсальна одиниця як предметної, так і операційної структури думки. У думці компоненти предметної і операційної структури розведені у вигляді її окремих самостійних елементів, спільно і рівноправно представлених в єдиній структурній формулі. Л.М. Веккер наводить таку аналогію: молекулярна одиниця думки, що втілює її специфічну якість “відображення відношення”, — двохатомна, але трикомпонентна. Два “атоми” реалізують відображення об’єктів, що співвідносять, а третій компонент — зв’язка — втілює у собі “хімічний зв’язок” між атомами, який об’єднує їх у молекулу. Ця зв’язка відповідає оператору. Отже, молекулярна структурна формула думки включає два операнди і один оператор, який реалізує співвідношення операндів. Операнди на різних рівнях складності, що відповідають різним стадіям розвитку, можуть бути різними. У більш загальному і генетично більш ранньому випадку — це образи, а у більш

частковому і специфічному випадку — це поняття [36, с. 73].

Такою необхідністю наявності мінімум двох операндів і одного оператора у молекулярній структурній одиниці думки і визначається як структура судження, яка втілює логічну форму думки, так і структура його мовленнєвого еквівалента — тричленного речення.

Аналізуючи таку характеристику думки як *опосередкованість*, Л.М. Веккер робить висновок, що специфічно розумове відображення відношень між операндами, оскільки думка саме відокремлює ці відношення, за необхідністю опосередковане самою операцією співвідношення цих операндів, яка також має свій символічно-мовленнєвий еквівалент у формі логіко-граматичних операторів [36, с. 76].

Що ж до *узагальненості* думки, то автор єдиної теорії психічних процесів пов'язує її з тим, що один і той же оператор може відповідати різним парам операндів. Це відокремлене за допомогою відповідної операції відношення, оскільки воно охоплює клас пар об'єктів, об'єднаних зв'язком незалежно від конкретної специфічності операндів, що співвідносяться, є тут загальною ознакою всіх пар класу. Таким чином, відношення представлене тут в узагальненій формі, а ця узагальненість є узагальненістю саме відношень [36, с. 77].

Якщо опосередкованість і узагальненість можуть виступати характеристиками не лише думки, а й образу, то специфічною особливістю думки є її "зрозумілість" або, навпаки, "незрозумілість", відомі в експериментальній психології мислення у зв'язку з так званим *"феноменом розуміння"*. Перефразуючи відомий вислів А. Ейнштейна, що найнезрозуміліше у цьому світі — те, що він зрозумілий, Л.М. Веккер стверджує, що найнезрозумілішою характеристикою думки якраз є її зрозумілість або незрозумілість. Парадоксальність цієї особливої незрозумілості природи розуміння полягає у надзвичайно різкому розриві між враженням безпосередньої суб'єктивної ясності і уявної "очевидності" того, що означає "розуміння", та величезною складністю не лише теоретичного визначення, але й чіткого емпіричного опису цього специфічного явища та адекватного співвідношення його суб'єктивних та об'єктивних показників та особливостей.

Процес сприйняття і образ як його результат у дорослої людини також супроводжується розумінням (або нерозумінням) і навіть може суттєво залежити від зрозумілості або незрозумілості того, що сприймається. Але в принципі, в оптимальних умовах, адекватний перцептивний образ може бути сформований і без розуміння. Можна адекватно і точно сприйняти об'єкт, відтворити його характеристики, скажімо, у малюнку, і при цьому не лише не зрозуміти, "що це таке", а й навіть і зовсім не впізнати в ньому практично нічого знайомого і тому не мати можливості означити його якимсь конкретним ім'ям.

Зрозумілою чи незрозумілою може бути також своя власна або чужа емоція. Але незрозуміла емоція не перестає бути емоцією як "психічною реальністю" (Сєченов), так само незрозумілий перцептивний образ не перестає бути образом у його психологічній специфічності. На відміну від цього

незрозуміла думка, якщо у ній дійсно відсутні навіть проблиски розуміння, перестає бути думкою у її специфічній якості, що якраз і означає, що у цьому випадку від неї залишається лише порожня мовленнєва оболонка. Життєва практика, зокрема і особливо практика клінічна і педагогічна, ясно свідчить про те, що такий "мовленнєвий труп" думки є, на превеликий жаль, ще достатньо розповсюдженою реальністю. Це виражається, зокрема, у такій тяжкій "педагогічній хворобі", як зубріння [36, с. 79].

Аналіз феномена розуміння з опорою на результати експериментальних досліджень попередників (К. Дункер, М. Вертгеймер, О.Р. Лурія) дозволив Л.М . Веккеру зробити висновок про те, що думка з необхідністю містить як образно -просторові, так і символічно-операторні компоненти. Відсутність такого поєднання робить думку незрозумілою, "…перетворюючи її у знакову логіко-лінгвістичну форму, яка може існувати в голові людини (якщо взяти граничний випадок) фактично у такій же якості, як у надрукованому тексті, на кам'яній плиті або на магнітофонній стрічці, але очевидно, що у всіх цих трьох випадках реальністю є не думка як психічний процес, а лише та чи інша форма її коду" [36, с. 79].

Зв'язок розуміння зі складом думки має ще один емпіричний аспект, який представляє теоретичний інтерес і має велике практичне значення для педагогічної психології. Педагогічна практика з достатньою визначеністю показує, що існують на інтуїтивному рівні добре відомі кожному педагогу об'єктивні критерії розуміння. Найважливіший з цих критеріїв пов'язаний з варіативністю конкретної форми вираження думки при незмінності відображеного нею відношення, яке складає її головний зміст. Л.М. Веккер підкреслює: "Чим повніша глибина розуміння даного відношення, тим більшим числом способів воно може бути розкритим і вираженим. І навпаки, чим менше це відношення зрозуміле, тобто чим з меншою визначеністю воно виокремлене за допомогою відповідної операції, тим менш варіативною, або більш стандартною, буде розумова структура" [36, с. 85].

Лише за умови виокремленості та зрозумілості відповідного відношення як інваріанта, який зберігається під час різних варіацій операндного і операторного складу думки, може відбуватися адекватний перенос і використання цієї думки у ситуації, де відношення залишається тим самим, хоча операнди, а також оператори, що їх співставляють, є вже іншими. Виходячи з цього, Л.М. Веккер вважає, що якісним показником і кількісним критерієм розуміння є міра переносу інваріантного відношення, яке виражене даною думкою [36, с. 86].

Основна гіпотеза щодо специфіки розумових процесів. Після аналізу емпіричних характеристик мислення Л.М. Веккер веде пошук того принципу організації розумових процесів, по відношенню до якого ці характеристики, як і решта феноменів і фактів розумової діяльності, мають бути представлені як наслідки.

Оскільки вірно, що мислення відображає зв'язки і відношення між об'єктами, а також, що зв'язки і відношення відображаються і на рівні образного пізнання, є підстави припустити, що шуканий принцип, який

розкриває специфіку думки, стосується *способу* відображення зв'язків і відношень. Математичним еквівалентом поняття "відношення" є поняття "функція". Саме поняття функції виражає дійсну природу відношень як таких, тобто максимально протиставлених природі об'єктів, які співвідносяться, звільняючи їх до можливої границі конкретної специфічності. Корисно порівняти два способи подання функції: графічний і аналітичний. Таке порівняння приводить Л.М. Веккера до висновку, що конфігуративний і символічно-операторний (або, відповідно, графічний і аналітичний) способи подання всякої функції виражають собою дві основні універсальні форми відображення відношень [36, с. 117].

Гіпотеза, яку скрупульозно обґрунтовує автор єдиної теорії психічних процесів, виходить з того, що ні сам по собі фігуративний, ні сам по собі символічно-операторний способи відображення (і, відповідно, окремо взяті відповідні способи подання функції) не можуть забезпечити специфічності інформаційно-психологічної структури мислення порівняно з образним відображенням. Ця психологічна специфічність розумового процесу, відповідно до гіпотези, створюється *обов'язковістю участі і неперервністю взаємодії обох способів відображення* — фігуративного, який втілює зв'язки і відношення у структурі просторових образів, і символічно-операторного, який розчленовує ці структури і розкриває та виражає зв'язки і відношення між об'єктами шляхом оперування символами, що відповідають цим об'єктам.

Отже, обидві форми відображення складають необхідні компоненти внутрішньої структури розумового процесу як такого, а його організація і динаміка реалізується саме у ході неперервної взаємодії цих обох форм. Ця взаємодія якраз і становить ту специфіку, яка забезпечує перехід через якісно-структурну межу між образом і думкою [36, с. 132].

Л.М. Веккер підкреслює, що сам висновок про необхідність взаємодії фігуративного і операторного способів відображення у структурі мислення не є абсолютно новим. Близькі теоретичні позиції займали Ж. Піаже і У. Рейтман. Ще ближчою до сформульованої гіпотези є у деяких аспектах позиція В.Н. Пушкіна, який іде далі Піаже і Рейтмана у тому відношенні, що висуває положення не просто про участь двох способів відображення у розумовому процесі, але навіть про необхідну взаємодію *двох мов* у структурі мислення — дискретної символічно-операторної мови, яка представляє, за В.Н. Пушкіним, алгебру думки, і мови динамічних аналогових моделей зовнішніх об'єктів, яка представляє геометрію думки. У його роботах дві основні форми відображення подані, з одного боку, як алгебра і геометрія мислення, а з другого — як дві його мови. Отже, зроблені суттєві кроки як у бік узагальнення, так і у бік подальшої конкретизації понять про ці два універсальні способи відображення зв'язків і відносин. Але мова операцій з символами, яка втілює алгебру думки, все ж таки не подана як специфічна форма мови у кібернетичному розумінні цього поняття, а аналогова мова динамічних моделей, яка представляє геометрію думки, зовсім не співвіднесена з іншими частковими формами мови як загальнокодової форми організації інформаційних процесів. Саме тому залишалася прихованою як специфічна інформаційна структура обох способів,

так й інформаційна суть їхньої взаємодії [36, с. 133].

Проведене дослідження дозволило Л.М. Веккеру припустити, що шукана інформаційно-психологічна специфічність організації мислення полягає в тому, що воно представляє собою процес неперервно здійснюваного оборотного перекладу інформації з власне психологічної мови просторово-предметних структур (і пов'язаних з ними модально-інтенсивнісних параметрів), тобто з мови образів, на психолінгвістичну, символічно-операторну мову, яка представлена мовленнєвими сигналами. Оскільки обидві мови знаходяться у рамках загальнотеоретичної ієрархії рівнів просторово-часової упорядкованості сигналів з переважною віднесеністю однієї з них до часової, а другої до просторової вітки цієї ієрархії, такий переклад має відбуватися шляхом оперування символами і образами. У процесі такого руху по різним горизонталям ієрархії рівнів відбувається, згідно з гіпотезою, перетворення відповідних просторових структур, виокремлення і символічне позначення їх елементів, розкриття відносин між останніми і зворотний процес переходу від виокремлених і символічно виражених міжелементних відношень до їх просторового втілення у цілісних структурах, які відносяться до різних рівнів упорядкованості інформації [36, с. 134].

Ми лише у загальних рисах простежили шлях, який привів Л.М. Веккера до формулювання основної гіпотези щодо специфіки організації розумових процесів. У подальшому викладі своєї теорії він показує, як із цієї гіпотези можна дедуктивним способом отримати ті характеристики розумових процесів, які були встановлені емпірично.

Виключно цікавим для цілей нашого дисертаційного дослідження є і ті розділи монографій Л.М. Веккера [35, 36], що присвячені дослідженню межі між допонятійною та понятійною думкою, а також розділ, у якому понятійне мислення розглядається як інтегратор інтелекту.

Але цих питань ми деякою мірою торкнемося у наступному підрозділі, присвяченому сучасним дослідженням з психодидактики, які, з одного боку, спираються на єдину теорію психічних процесів, а з іншого, — слугують підґрунтям для так званої "збагачувальної моделі" навчання.

1.4. Навчання мови фізики у світлі моделі будови ментального досвіду

Не виглядає дивним твердження, що ефективним є тільки таке навчання, яке побудовано у відповідності до закономірностей інтелектуального розвитку особистості. Але такий підхід до навчання не повинен бути лише механічним поєднанням відомостей з психології та дидактики. Мова йде про створення якісно нового педагогічного підходу, який спирається одночасно на психологічні, дидактичні, методичні та предметні (відповідно до певного навчального предмета) знання, та використовує психічні закономірності розвитку особистості як основу організації навчального процесу.

У цьому підрозділі ми хотіли б розглянути "збагачувальну модель" навчання, яка запропонована відомим фахівцем в області психології інтелекту М.О. Холодною. Ця модель орієнтована на інтелектуальне виховання учнів на основі збагачення їх ментального (розумового) досвіду засобами спеціально

сконструйованих навчальних текстів.

Наразі звернемо увагу на питання інтелектуального виховання учнів. У сучасному світі, який постійно змінюється, неможливо нормально орієнтуватися за рахунок одних лише деклараційних знань. Необхідно вміти інтегрувати наявні знання та застосовувати їх для отримання нових, щоб потім успішно розв'язувати реальні проблеми. Таким чином, інтелектуальне виховання, поряд із наявністю знань, умінь та навичок, повинне передбачати сформованість певних особистісних якостей, спрямованих на підвищення продуктивності інтелектуальної діяльності учнів.

Останнім часом звертається увага на особистісно-орієнтований підхід до навчання, у якому на перший план виходить особистий досвід учнів. Він може бути представлений у вигляді вже існуючих уявлень та раніше засвоєних понять, практичних та розумових дій, особистісних установок та стереотипів. При цьому постає завдання побудови індивідуальної траєкторії розвитку учня з урахуванням його особистісних розумових уподобань. Отже, інтелектуальне виховання повинне передбачати також і розвиток індивідуальної своєрідності інтелекту учнів шляхом підтримки і збагачення їхнього розумового досвіду.

Як же визначати ступінь інтелектуальної вихованості учнів? М.О. Холодна пропонує взяти за критерії інтелектуальної вихованості міру сформованості таких особистісних інтелектуальних якостей як ***компетентність***, ***ініціатива***, ***творчість***, ***саморегуляція*** та ***унікальність складу розуму (КІТСУ)*** [225, с. 206].

Компетентність як особливий тип організації знань забезпечує можливість прийняття ефективних рішень у певній предметній області діяльності (у тому числі і в екстремальних умовах). У даному випадку мова йде про інтелектуальне виховання у широкому розумінні з урахуванням майбутньої професійної спеціалізації учнів.

Інтелектуальна ініціатива об'єднує пізнавальні та мотиваційні фактори діяльності, і передбачає готовність виходити за межі стимульованої ззовні інтелектуальної діяльності. Важливим проявом інтелектуальної ініціативи є здатність здійснювати вибір, що свідчить про розумову вихованість.

Інтелектуальна творчість спрямована на створення суб'єктивно та об'єктивно нових ідей, продуктів та способів діяльності.

Інтелектуальна саморегуляція проявляється в умінні довільно керувати власною інтелектуальною діяльністю, в тому числі планувати і контролювати власні дії, відстежувати та пояснювати помилки і, головне, самостійно будувати процес власного навчання.

Унікальність складу розуму виявляється в особливостях індивідуального ставлення до дійсності, в тому числі сформованості індивідуальних пізнавальних стилів та уподобань.

М.О. Холодна звертає увагу на той факт, що ці інтелектуальні якості знаходяться у тісному взаємозв'язку. Так, наприклад, коли відбувається зростання компетентності учня у певній предметній області, у нього з'являється можливість для прояву ініціативи у різних видах діяльності; якщо відбувається розвиток творчих здібностей учня, то більш виразно проявляються риси

Рис. 1.2. Рівні ментального досвіду у моделі
психологічної будови інтелекту (за М.О. Холодною)

індивідуальної своєрідності розуму.

Отже, призначення інтелектуального виховання М.О. Холодна вбачає у створенні умов для удосконалення інтелектуальних можливостей учнів на основі збагачення їхнього ментального (розумового) досвіду [46, с. 67].

Розглянемо далі психологічну модель будови ментального досвіду, запропоновану М.О. Холодною.

Відповідно до цієї моделі виділяються три рівні (або шари) досвіду, кожен з яких має своє призначення:

• *когнітивний досвід* утворюють ментальні структури, основне призначення яких — оперативна переробка поточної інформації;

• *метакогнітивний досвід* утворюють структури, призначені для контролю за станом індивідуальних інтелектуальних ресурсів, а також за процесами переробки інформації;

• *інтенціональний досвід* утворюють ментальні структури, які формують суб'єктивні критерії вибору певної предметної області, напрямку пошуку розв'язку конкретної проблеми, джерел інформації і способів її переробки та ін.

Саме особливості організації когнітивного, метакогнітивного та інтенціонального досвіду визначають властивості індивідуального інтелекту (тобто конкретні прояви інтелектуальної діяльності у вигляді тих чи інших інтелектуальних здібностей, що характеризують продуктивність та індивідуальну своєрідність інтелектуальної діяльності суб'єкта).

Розглянемо схему, яка ілюструє особливості структурної організації інтелекту з точки зору складу і будови ментального досвіду суб'єкта (рис. 1.2).

До ментальних структур *когнітивного* досвіду М.О. Холодна відносить архетипічні структури, способи кодування інформації, когнітивні схеми, семантичні структури і, нарешті, понятійні структури як результат інтеграції вищеназваних базових механізмів переробки інформації.

Багато дослідників визнавали особливу роль понятійного мислення в структурі інтелекту. По-перше, поняття — це засіб сприйняття світу за допомогою "сітки" категоріальних та логічних відношень, прихованих за видимою поверхнею явищ. По-друге, поняття виступають як засіб адекватного та повного засвоєння досвіду людства. По-третє, відбувається перебудова елементарних пізнавальних функцій на основі їхнього синтезу з функцією утворення понять: сприйняття фактично перетворюється на наочне мислення, запам'ятовування починає спиратися на смислові зв'язки тощо. Тому не дивно, що формування понятійного мислення — це одна з необхідних умов розвитку особистості.

Як зазначає М.О. Холодна, формування понять з психологічної точки зору — це процес перетворення об'єктивно існуючого знання в суб'єктивні ментальні структури, які існуватимуть уже "всередині" досвіду людини у вигляді психічних новоутворень. Отже, необхідно приділяти увагу утворенню понятійних структур як психологічних носіїв понятійного знання [225, с. 226].

Понятійні психічні структури — це інтегральні когнітивні утворення, психічним матеріалом яких є три модальності досвіду — словесно-мовленнєва, візуальна та чуттєво-сенсорна. Схематично формування понять можна

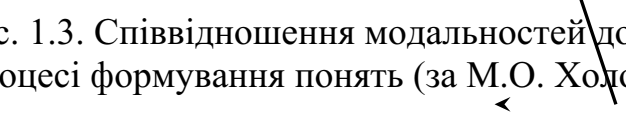


Рис. 1.3. Співвідношення модальностей досвіду
в процесі формування понять (за М.О. Холодною)

представити так, як це зроблено на рис. 1.3.

Таким чином, процес формування понять передбачає розвиток уміння оперувати різними складовими понятійних структур, які можуть бути представлені засобами певної модальності досвіду. Іншими словами, йдеться про уміння використовувати різні способи кодування інформації.

Ще Дж. Брунер говорив про існування трьох основних способів суб'єктивного представлення світу: у вигляді дій, наочних образів і мовних знаків. Кожний з трьох способів кодування інформації — дієвий, образний і символічний — відображає події по-своєму. Розвиток інтелекту в онтогенезі здійснюється у міру послідовного оволодіння цими трьома формами представлення інформації. Формування і розвиток словесно-знакового способу відображення світу кардинально перебудовує і збагачує дієво-практичний і образний досвід школяра. Це відбувається завдяки специфічним властивостям мови (категоріальності, ієрархічності, причинності, контекстуальності і т.д.).

Така перебудова може і повинна відбуватися, але в реальному житті відбувається далеко не завжди. Процитуємо М.О. Холодну: "Біда полягає в тому, що традиційне навчання, перетворюючи слова (знаки, символи) мало не на єдиний засіб інтелектуального спілкування з дитиною, тим самим ігнорує ключове значення двох інших, настільки ж важливих для розвитку інтелектуальних можливостей дітей способів накопичення знань про світ — через дію і образ. Проте без підключення і відповідної організації дієвого (і, отже, чуттєво-сенсорного), а також візуально-просторового досвіду дитини повноцінне засвоєння знаків і символів (у тому числі і оволодіння змістом понять) ускладнюється. Мовні "коди" працюють вхолосту, зачіпаючи лише поверхневі шари уявлень дитини про світ" [225, с. 111]. Тут слід зазначити, що слово *мова* часто використовують, маючи на увазі знаково-словесний спосіб обробки інформації. Проте в єдиній теорії психічних процесів Л.М. Веккера [35], на якого посилається і М.О. Холодна, слово *мова* використовується в таких словосполученнях як *мова образів* і *мова мовленнєвих структур* (точніше — мова симультанно-просторових гештальтів і мова одновимірних сукцесивних мовленнєвих структур). А процес мислення Л.М. Веккер трактує як процес оборотного перекладу з однієї "мови" на іншу. Відповідно становлення інтелекту передбачає розвиток здатності здійснювати такий оборотний переклад з однієї "мови" представлення інформації на іншу. Цей загальнопсихологічний висновок можна знайти у М.О. Холодної [225, с. 112]. Ми ж, зі свого боку, вирішили покласти ідею розвитку названої здібності в основу розроблюваної нами методики навчання учнів мови фізики.

У складі *метакогнітивного* досвіду М.О. Холодна виділяє мимовільний та довільний інтелектуальний контроль, метакогнітивну обізнаність і відкриту пізнавальну позицію. Вказані ментальні структури є психологічною основою формування здатності до інтелектуальної саморегуляції. Американський психолог і педагог Д. Дьюї називав здатність керувати власною інтелектуальною діяльністю "дисципліною розуму". Він зазначав, що дисципліну в інтелектуальному розумінні цього слова можна ототожнювати зі справжньою свободою розуму.

Для успішного навчання важливим є свідоме керування власною інтелектуальною поведінкою — здатність до планування інтелектуальної діяльності, оцінювання власних знань у певній предметній області, передбачення наслідків своїх дій тощо. Але формування таких умінь неможливе за відсутності уявлень про свої інтелектуальні можливості. Саме метакогнітивна обізнаність передбачає знання власних інтелектуальних якостей та основ власної інтелектуальної діяльності. Крім цього, показниками інтелектуальної зрілості можна вважати такі характеристики індивідуального світогляду: гнучкість та багатоваріантність оцінок ситуації; готовність сприймати незвичну, суперечливу інформацію; толерантність по відношенню до точки зору іншої людини. Все це складає особливий тип ставлення до світу — відкриту пізнавальну позицію. Отже, формування здатності до інтелектуальної саморегуляції є важливою передумовою продуктивної інтелектуальної діяльності.

Інтенціональний досвід складають три типи ментальних структур, які визначають направленість індивідуальної інтелектуальної діяльності — уподобання, переконання та умонастрої. Такі суб'єктивні орієнтири виявляються вже в дитячому віці. М.О. Холодна звертає увагу на питання: що відбудеться, якщо наявний інтенціональний досвід дитини ігноруватиметься або буде повністю відторгатися? І сама ж дає відповідь на нього: "Відбудеться те, що насправді і відбувається з дітьми в умовах традиційного шкільного навчання: темп інтелектуального розвитку школяра порівняно з темпом інтелектуального розвитку дошкільника різко сповільнюється і, що найсумніше , знижується творчий потенціал дитини" [225, с. 137]. Важливо, щоб учні усвідомили право обирати спосіб навчальної поведінки у відповідності до власних уподобань, інтуїтивних оцінок, емоціонального ставлення до навчального матеріалу, а також могли обґрунтувати свій вибір.

Завдання інтелектуального виховання учнів передбачає необхідність розв'язання наступної суперечності. З одного боку, розвиток інтелектуальних здібностей учня може відбуватись тільки через певний предметний зміст. З іншого боку, змістове середовище, в якому знаходиться учень в процесі своєї навчальної діяльності, має створювати умови для його інтелектуального росту. Для усунення цієї суперечності М.О. Холодною була запропонована "збагачувальна модель" навчання, у якій засобами спеціально сконструйованих навчальних текстів здійснюється інтелектуальне виховання учнів на основі збагачення їх ментального (розумового) досвіду.

Слово "збагачення" означає, по-перше, формування основних компонентів розумового досвіду учнів, що складають основу продуктивної інтелектуальної поведінки — на рівні когнітивного, метакогнітивного та інтенціонального досвіду, та, по-друге, зростання індивідуальної своєрідності складу розуму кожного учня за допомогою урахування індивідуальних пізнавальних схильностей.

Спираючись на визначення інтелекту як форми організації ментального досвіду, М.О. Холодна формулює ряд положень, які характеризують суть інтелектуального виховання у "збагачувальній моделі" навчання [46, с. 111]:

• кожний учень “заповнений” власним ментальним досвідом, який і визначає характер його інтелектуальної активності у конкретних ситуаціях;

• склад і будова ментального досвіду кожного учня різні, тому учні, безперечно, різняться за своїми інтелектуальними здібностями. Але кожна дитина має вихідний інтелектуальний “капітал” і свій власний діапазон нарощування інтелектуальних сил. Відповідно завдання учителя полягає в наданні йому необхідної педагогічної допомоги;

• психологічною основою інтелектуального виховання учня є збагачення ментального досвіду;

• адресатом педагогічних дій в умовах шкільної освіти є особливості складу і будови індивідуального розумового досвіду — його когнітивні (в першу чергу, понятійні), метакогнітивні та інтенціональні компоненти;

• межі збагачення ментального досвіду кожного учня (а, відповідно, темп і напрямок інтелектуального розвитку особистості) наперед визначити неможливо. Відповідно, усі діти рівні з точки зору права на повноцінний інтелектуальний розвиток в умовах якісної та індивідуалізованої шкільної освіти;

• критерії ефективності освітнього процесу, поряд зі знаннями, уміннями і навичками, пов’язані зі сформованістю базових інтелектуальних характеристик особистості, таких як компетентність, ініціатива, творчість, саморегуляція та унікальність складу розуму (КІТСУ).

Яку ж роль виконує навчання мови фізики в інтелектуальному вихованні школярів? Аналіз робіт, так чи інакше присвячених навчанню учнів мови фізики, дозволяє нам виокремити два крайніх підходи, які умовно можна назвати ***нормативним*** і ***розвивальним***. У першому випадку особлива увага приділяється відповідності фізичної термінології, яку використовують учні та вчителі, нормативним документам. Представники другого підходу більше звертають увагу на значення мови фізики для інтелектуального розвитку учнів, для формування в них понятійного мислення, для підвищення їхньої здатності засвоювати та породжувати фізичні знання. До цього останнього підходу ми відносимо і нашу дисертаційну роботу, де навчання учнів специфічної мови, на якій написані тексти навчальних книг з фізики, розглядається як підґрунтя для формування у них базових інтелектуальних характеристик (КІТСУ), які, у свою чергу, є необхідною умовою успішного засвоєння основ фізики.

Для розробки розвивального підходу до навчання мови фізики необхідно мати уявлення про те, що являє собою інтелект з точки зору *сучасної* психології , а також знати, як враховувати індивідуальні особливості особистості, яка формується. Саме тому виникла необхідність звернутися до сучасних досліджень, спеціально присвячених формуванню і розвитку інтелектуальних здібностей, та у їх світлі подивитися на проблему розробки науково обґрунтованої методики навчання учнів середньої школи мови фізики.

Висновки до першого розділу

У ході проведеного дослідження одержані такі результати:

1. З’ясовано, що одна з освітніх цілей навчання фізики (згідно з програмою для середніх загальноосвітніх шкіл) полягає в оволодінні учнями мовою фізики та вмінням користуватися нею для аналізу інформації. Однак науково обґрунтованої методики навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи до цього часу не було.

2. Проведено теоретичний аналіз поняття мови фізики. Виявлено розбіжність в означеннях, що наводять різні автори. Обґрунтовано вибір робочого для завдань дисертаційного дослідження означення, за яким під ***мовою фізики*** розуміється система знаково-символічних засобів, які використовуються у навчальному процесі, пов’язаному з вивченням фізики. Вказано на те, що має сенс поділяти знаково-символічні засоби мови фізики за усталеністю та сферою вживання (на *нормативні* та *індивідуальні*), а також за тим, як вони можуть сприйматися (на *мовленнєві* та *образні*).

3. Звернення до теорії поетапного формування розумових дій П.Я. Гальперіна підтвердило актуальність теми нашого дисертаційного дослідження , бо згідно з цією теорією мовлення займає ключове місце у декількох етапах формування розумових дій. Отже, якщо ставити за мету формування розумових дій у процесі навчання фізики, то не обійтися без засвоєння відповідної мови.

4. Розглянуто психологічну специфічність організації розумових процесів (за Л.М. Веккером), яка дає підстави говорити про неповноту традиційних означень мислення і полягає у тому, що ***мислення*** представляє собою процес неперервно здійснюваного оборотного перекладу інформації з власне психологічної мови просторово-предметних структур (образів) на психолінгвістичну, символічно-операторну мову, яка представлена мовленнєвими сигналами. Такий погляд на організацію розумових процесів дає підстави покласти в основу розроблюваної нами методики ідею розвитку в учнів здатності здійснювати оборотний переклад з однієї “мови” представлення фізичної інформації на іншу.

5. Проаналізовано проблему навчання учнів мови фізики у світлі моделі будови ментального досвіду (за М.О. Холодною), яка спирається на єдину теорію психічних процесів Л.М. Веккера, а сама є підґрунтям “збагачувальної моделі” навчання, у якій особлива увага приділяється інтелектуальному вихованню школярів. “Збагачувальна модель” була реалізована на матеріалі математики основної школи. Аналіз робіт, що стосуються проблеми навчання мови фізики, з точки зору завдання інтелектуального виховання учнів дозволив виокремити два крайніх підходи, які ми умовно назвали *нормативним* і *розвивальним*. У своїй дисертаційній роботі ми захищаємо переваги розвивального підходу.

РОЗДІЛ ІІ
МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ УЧНІВ МОВИ ФІЗИКИ

2.1. Вимоги до “мовних” знань і вмінь учнів у шкільному курсі фізики

Процес навчання учнів фізичної мови є досить складним і проходить *поетапно*. Спочатку вона постає як предмет спеціального вивчення, далі перетворюється на засіб пізнання і набуття нових знань та вмінь, а потім використовується під час застосування знань та вмінь на практиці. Слід зазначити, що межі вказаних етапів досить умовні.

Зміст знань про мову фізики відображає таку її специфіку:

• *семантичну*, що спрямована на розкриття смислових значень елементів мови фізики;

• *синтаксичну*, що розкриває правила складання і перетворення фізичних символів, термінів, формул, графіків, схем тощо;

• *практичну*, яка озброює засобами подання засвоєних знань на мові фізики та забезпечує спілкування та розв’язування пізнавальних задач за допомогою мовлення, читання, написання, креслення та ін.

Фізична мова є засобом пізнання та опису фізичних явищ, процесів, властивостей речовини та фізичних об’єктів. Тому зміст “мовних” знань і вмінь має бути включений до шкільного курсу фізики в обсязі, що достатній для свідомого оволодіння знаннями, уміннями і навичками, передбаченими навчальною програмою з фізики [157].

Згідно з цією програмою, однією з освітніх цілей навчання є оволодіння учнями *мовою фізики* та умінням користуватися нею для аналізу інформації [157, с. 4]. Проте цей документ не містить пояснення, як розуміти словосполучення “мова фізики”. Тому розглянемо вимоги до “мовних” знань і вмінь учнів крізь призму того тлумачення поняття мови фізики, яке було сформульовано нами у першому розділі дисертації.

У програмі з фізики міститься детальний перелік вимог щодо графічних та інших невербальних умінь учнів, які вони мають опанувати. Наприклад, зазначається, що учні мають навчитися *зображати* графічно сили, *будувати* графіки швидкості та шляху у випадку рівномірного та рівноприскореного рухів, *креслити* схеми найпростіших електричних кіл, *користуватися* таблицями тощо. Таким чином, знаково-символічним засобам мови фізики, що сприймаються як просторово-одночасні (образні) структури, у програмі з фізики приділена окрема (посилена) увага. Що ж стосується тих знаково-символічних засобів мови фізики, які сприймаються як одновимірні послідовні (мовленнєві) структури, то вимоги до знань учнів сформульовані у вигляді переліку окремих понять, які учні мають знати після вивчення конкретних навчальних тем. Вимоги до вмінь обмежені переліком фізичний ситуацій, які учні повинні навчитися пояснювати, а також зазначенням того, що вони мають навчитися готувати короткі повідомлення на задану тему.

Звернемося тепер до Державного стандарту базової і повної середньої освіти, зокрема до освітньої галузі “Природознавство” [63]. Серед завдань

реалізації її змісту знаходимо таке: оволодіння учнями *понятійно-термінологічним апаратом* природничих наук, засвоєння предметних знань та усвідомлення суті основних законів і закономірностей, що дають змогу описати і зрозуміти перебіг природних явищ і процесів. У стандарті, як і у програмі, виділені вимоги до таких умінь учнів, як уміння будувати таблиці і графіки [63, с. 9].

У ході аналізу цих нормативних документів виникає таке запитання: чому у вимогах до "мовних" знань та вмінь учнів мовленнєва складова мови фізики представлена лише списком термінів, які треба засвоїти, а для образних елементів чітко прописані відповідні вміння? Може справа у тому, що вміннями, пов'язаними з обробкою вербальної інформації, учні повинні оволодіти ще до початку вивчення фізики, наприклад, на уроках мови та літератури?

Дійсно, всі мовленнєві уміння, які, на нашу думку, потрібні для свідомого вивчення фізики, за державним стандартом мають формуватися на уроках мови та літератури. Зміст мовного та літературного компонентів освіти спрямовано серед іншого на досягнення належного рівня сформованості таких умінь:

- користуватися мовними засобами в усіх видах мовленнєвої діяльності;
- читати, усвідомлювати та оцінювати прочитане;
- осмислювати, планувати та реалізовувати задум висловлювання;
- самостійно працювати з текстом;
- самостійно створювати тексти;
- з'ясовувати етимологію окремих слів;
- користуватися словниками та довідковою літературою;
- висловлювати той самий зміст з допомогою різних синтаксичних засобів ;
- визначати основну думку тексту;
- правильно писати слова відповідно до вивчених орфографічних правил;
- встановлювати смислові і синтаксичні відношення у реченні для обґрунтування вибору розділових знаків [63, с.2-3].

І це ще далеко не повний перелік державних вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів, який нас може цікавити у зв'язку з темою дисертаційного дослідження. Але ще раз підкреслимо, що ці вимоги формулюються в тій частині стандарту, що стосується освітньої галузі "Мови і літератури". Більш того, згідно з чинними програмами науковий стиль літературної мови, що обслуговує сферу науки, вивчається в 5 класі (!) [189, с. 93].

Виходить, що мовленнєві вміння, конче необхідні для результативного навчання учнів фізики, віднесені до іншої освітньої галузі.

Однак наші спостереження за навчальним процесом свідчать про те, що часто перенесення знань та умінь учнів із однієї предметної галузі (мови та літератури) до іншої (фізики) само по собі не відбувається. Отже, потрібно спеціально організувати відповідну "мовну" роботу на матеріалі фізики.

Тут слід зазначити, що інколи і переносити нема чого. І не тому, що в учнів з пам'яттю не все гаразд. Наприклад, фізичні тексти можуть значно

відрізнятися за своєю синтаксичною структурою від тих, з якими учні мали справу, коли вивчали за шкільною програмою відповідний розділ мовознавства. Детальніше про це йтиметься у п. 2.3.1.

Тому виникає потреба у формуванні в учнів таких “мовних” знань та вмінь, які потрібні для свідомого засвоєння шкільного курсу фізики, але виявилися не сформованими з різних причин після вивчення відповідних розділів мовознавства. Звичайно, що це лише доповнення до переліку тих “мовних” знань і умінь, який можна знайти у тій частині стандарту, яка безпосередньо стосується навчального предмета “фізика”. Але без цього доповнення виконання програмних вимог з фізики унеможливлюється.

Займаючись розробкою основ методики навчання учнів мови фізики, ми будемо приділяти увагу обом складовим системи знаково-символічних засобів навчального предмета “фізика” (як мовленнєвій, так і образній). І це пов’язано не стільки з констатацією факту представленості обох складових мови фізики в навчальних текстах, скільки зі спільною їх участю у розумових процесах, у формуванні думки під час розв’язування пізнавальних задач. Відокремлене вивчення мовленнєвих і образних елементів мови має своїм наслідком те, що академік С.У. Гончаренко назвав “мертвими знаннями” [51]. Розділяти ці складові має сенс у дослідних цілях, а не для того, щоб примушувати їх окремо заучувати, порушуючи природний хід розумових процесів.

Спробуємо сформулювати загальні вимоги до знань і вмінь учнів, що стосуються окремих елементів мови фізики. При цьому спочатку розглянемо ті елементи, які були явно названі в означенні мови фізики, яке дали академіки О. В. Сергєєв та П.І. Самойленко [177], тобто термінологію, символіку і номенклатуру.

Термінологія. Доцільність уведення та тлумачення сутності тих чи інших термінів у підручниках і навчальних посібниках деякою мірою визначається Державним стандартом та програмою з фізики [63; 157]. Іноді рішення про те, чи доцільно вводити певний термін, приймається безпосередньо авторами навчальних книг.

Кількість термінів, що вводяться під час вивчення фізики, зростає у міру того, як розвиваються пізнавальні можливості учнів. Так, проведений О.В. Сергєєвим та Н.Л. Сосницькою аналіз підручників з фізики свідчить, що у 7 класі учні оперують близько 160 фізичними поняттями, у 8 — вже 280 [181].

Визначення обсягу обов’язкових фізичних термінів за кожною темою та для різних за профілем навчальних груп (класів) не входило у завдання нашого дослідження. Але ми маємо зазначити, що при навчанні учнів мови фізики необхідно враховувати факт існування так званого *активного* та *пасивного* словників, на який вказують мовознавці [160, с. 136]. До активного словника учня входять ті терміни, які учень добре знає і використовує. До пасивного — ті з фізичних термінів, які учень у загальних рисах розуміє, але не застосовує у своїх повідомленнях. Однак, те, що міститься у пасиві, при необхідності згодом може перейти в актив.

Під час навчання учнів фізичної термінології формуються:

1) *знання* загальнонаукових та фізичних термінів у рамках програми, їхнього зв'язку між собою, меж застосування понять, назвою яких вони слугують;

2) *уміння* вимовляти та грамотно записувати терміни, встановлювати їхні зв'язки між собою, діставати з визначення терміна зміст відповідного йому поняття, знаходити родове поняття для даного та визначати його видові відмінності, здійснювати заміну терміна описовим зворотом, працювати з термінологічними словниками, енциклопедіями, використовувати терміни для пояснення основ фізичних теорій (наукових фактів, теоретичних моделей, законів тощо).

Звернемо увагу на те, що хоча терміни самі по собі є представниками мовленнєвої (вербальної) складової мови фізики, їх усвідомлене засвоєння не може обійтися без використання образних (невербальних) елементів системи знаково-символічних засобів (скорочено: мови). Детальніше про це йтиметься в п. 2.2.

Перейдемо до розгляду змісту знань і вмінь, що стосуються наступного елемента фізичної мови — фізичної символіки, яка в курсі фізики в основному подана у фізичних формулах.

Символіка. Програмою передбачаються відповідні *знання:* символів для позначення фізичних величин, їх одиниць та фізичних сталих; фізичних формул та їх типів, а саме: формул, що є фактично визначальними рівняннями, які використовують для введення нових фізичних величин через відомі, та формул, що встановлюють зв'язки між фізичними величинами у відповідності до відкритих фізичних законів.

Необхідні вміння, які передбачені програмою стосовно символіки, — це *вміння* читати, тлумачити, аналізувати формули; визначати за формулою фізичний зміст сталих величин; встановлювати межі застосування формул та користуватися ними для розрахунку значень фізичних величин.

Зазначимо, що формули, на відміну від термінів, не можна вже так однозначно віднести до мовленнєвої або образної складових мови фізики. Часто формули виступають скороченим записом звичайного мовленнєвого виразу, який послідовно розгортається у часі. А ось коли, користуючись формулою, нам необхідно виразити одну фізичну величину через інші, то часто виявляється зручним уявляти собі формулу як "картинку" (образ), яку можна перетворювати за певними правилами.

Треба звертати увагу учнів на існування *синонімії* і *омонімії* у застосуванні символів для позначення фізичних величин, тобто, що одна величина може позначатися різними символами (буквами), а з іншого боку, один символ може використовуватися для позначення різних величин. Учні, які не усвідомлюють цього факту, часто роблять грубі помилки, використовуючи формули, що жодним чином не відносяться до розглядуваної ними фізичної ситуації, але містять такі самі символьні позначення, як і "потрібні" величини. У той же час необхідно привчати учнів без особливої потреби не застосовувати незвичні для інших людей позначення. Зрозуміло, що учням про все це треба не просто сказати, а поставити їх у таку навчальну ситуацію, з якої вони б не

змогли вийти без усвідомлення розглянутого нами “мовного” явища.

Підкреслюючи роль символів у когнітивному розвиткові учнів, А.В. Хуторський зазначає, що з переходом учня від початкової школи до старшої кількість символьної інформації має бути збільшена [227, с. 77]. Аналіз сучасних підручників з фізики також свідчить про збільшення кількості формул , з якими учні зустрічаються при переході від основної до старшої школи.

Номенклатура. *Знання*: назв фізичних констант, рівнянь, законів, постулатів, приладів та їхніх типів; поняття про номенклатуру та її призначення у пізнанні, співвідношення між номенклатурою, термінологією та символікою.

Уміння: читати, вимовляти та тлумачити назви фундаментальних фізичних констант, рівнянь, законів, постулатів, приладів; діставати з їх назв інформацію про певні величини та поняття, про їх якісний склад та характер; здійснювати переходи від назв величин до відповідних формул, що їх поєднують, та навпаки; співвідносити міжнародні та українські назви, використовувати номенклатуру при описі та поясненні фізичних явищ, процесів, властивостей тощо.

Якщо звернутися до роботи академіків О.В. Сергєєва та П.І. Самойленка [177], де вони навели своє означення мови фізики, то в тексті можна знайти згадування про ті її елементи, які безпосередньо не названі в наведеному означенні. Йдеться про образні елементи мови фізики. Ми вже вказували на те, що їм приділяється спеціальна увага і в програмі з фізики, і у стандарті. Щоправда нам не відомо, чи розглядають автори цих документів згадані об’єкти як елементи мови фізики.

Ми, зі свого боку, намагаємося обґрунтувати доцільність включення образних знаково-символічних засобів, що застосовуються у навчанні фізики, до поняття мова фізики.

Образні елементи мови фізики. *Знання*: графіків фізичних процесів, що вивчаються у шкільному курсі фізики; зображення векторів та їх проекцій на координатні осі; конфігурацій певних фізичних об’єктів; схематичного зображення фізичних приладів та різноманітних фізичних об’єктів.

Уміння: читати графіки залежностей фізичних величин; обчислювати за графіками одних фізичних величин пов’язані з ними інші; будувати графіки зміни однієї величини за графіком зміни пов’язаної з нею іншої; будувати хід світлових променів; креслити схеми; користуватися таблицями; бачити формули як цілісні образи та подумки робити з ними деякі нескладні математичні перетворення; створювати індивідуальні образи для потреб комунікації та мислення.

Останнє назване уміння, з нашої точки зору, є найголовнішим. І принципова наша позиція полягає в тому, що розвиток такого уміння не можна відкладати на потім, посилаючись на його творчий характер. Згадаємо, як мала дитина засвоює першу (рідну) природну мову. Саме творчість у мовній сфері дозволяє їй *активно* опанувати культурні мовні норми. Зазначимо, що ідея передування дитячої символотворчості ознайомленню з “культурними аналогами” вже висловлювалася у сучасній дидактиці [227]. Ми підтримуємо цю ідею, бо на власному досвіді знаємо, що учні, які брали участь у творчій

роботі щодо придумування вдалого терміна, позначення, схеми, малюнка, інакше ставляться до знаково-символічних засобів, які їм пропонуються у книжках, комп'ютерних програмах або співрозмовниками, з якими вони спілкуються на теми фізики, порівняно з тими школярами, які ніколи не займалися символотворчістю. По-перше, вони знають, на скільки це складна справа — придумати вдалий символ, а тому толерантніше відносяться до деяких вад, які помічають у результатах символотворчості інших людей. По-друге, вони-таки звертають увагу на ці вади і пропонують власні варіанти покращення знаково-символічного засобу, який їм пропонують. По-третє, активне ставлення до "культурного аналога" дозволяє їм краще його запам'ятати і потім правильно використовувати. Такі учні миттєво реагують, якщо їм зустрічається новий, незнайомий елемент мови фізики, а також, коли хтось неправильно застосував знайомий їм елемент.

Отже, нам близьке те розуміння ***критерію оволодіння мовою***, яке представлене у [243, с. 259] у вигляді переліку таких умінь: 1) користуючись цією мовою, будувати висловлювання, що виражають необхідний зміст, а також розуміти зміст чужих висловлювань; 2) бачити смислову тотожність зовнішньо різних речень (синонімію) та смислову різницю зовнішньо схожих речень (омонімію); 3) розуміти, які висловлювання в смисловому відношенні правильні та пов'язані, а які — неправильні та непов'язані.

І хоча цей критерій формулювався для мови, яку зазвичай називають природною, ми вважаємо, що він цілком підходить і до штучних мов, а також до такої складної системи знаково-символічних засобів, що використовується у навчальному процесі з фізики, і яку ми у даному дисертаційному дослідженні називаємо мовою фізики. За нашим означенням мови фізики (навчального предмета "фізика") до неї входить не лише "штучна" складова, а і "природна". Без знання природної мови, яку використовують у навчальному процесі, значно ускладнюється навчання навіть такого формалізованого предмета як математика. З фізикою стан справ ще гірший, бо "природна" складова мови підручників фізики помітно більша, порівняно з підручниками математики. І ці проблеми виникають навіть у випадку таких близьких мов, як українська і російська, коли одна з них є мовою повсякденного спілкування, а інша — мовою навчання фізики. Крім того, синтаксичні конструкції "природної" складової мови, якою написані підручники фізики, помітно відрізняються від тих, що зазвичай вивчаються учнями на уроках рідної мови. На це має звертати увагу вчитель, бо інакше учні не будуть розуміти навчальні тексти у підручниках і посібниках з фізики. Детальніше про це йтиметься у наступних підрозділах дисертації.

2.2. Загальні питання методики навчання учнів мови фізики

Під час реформування сучасної середньої освіти один із шляхів її удосконалення полягає у використанні досягнень психологічної науки. У

пошуках ефективних методів навчання фізики треба керуватися закономірностями психічних процесів, зокрема мислення. Саме тому у п. 1.3 нами розглядалася психологічна теорія Л.М. Веккера.

Відповідно до цієї теорії у розумових процесах обов'язково беруть участь як мова мовленнєвих структур, так і мова просторових образів із відповідним міжмовним оборотним перекладом інформації. Як результат досягнення узгодження цих мов виникає думка, яка є психічним інваріантом цього перекладу. Суб'єктивне відчуття розуміння певного відношення між об'єктами розмірковування виникає за умови відшукання змісту цього відношення, який може бути виражений як за допомогою мовленнєвих структур (людина може сказати, у чому полягає суть знайденого відношення, яке вона образно уявляє), так і за допомогою образних структур (людина уявляє те, про що каже).

Щоправда, мова просторових образів у сучасному світі порівняно менше унормована, і люди нечасто наважуються демонструвати результати свого мислення за допомогою *індивідуальних* (власних) знаково-символічних засобів, які сприймаються як просторово-одночасні структури. Багатьом звичніше виражати свої думки через мовлення (за допомогою одновимірних послідовних структур).

Треба ще раз зазначити, що у загальноосвітній школі перевага поки що віддається навчанню мови мовленнєвих структур. І лише останнім часом у дидактиці почали звертати увагу на те, що треба навчати висловлювати свої думки і мовою образних структур [227].

Двомовна організація розумових процесів, про яку йдеться в теорії Л.М. Веккера, на нашу думку, може бути пов'язана з фізіологічним феноменом функціональної асиметрії мозку людини. Цей феномен, відкритий Річардом Сперрі (Нобелівська премія у галузі медицини та фізіології за 1981 р.), спрощено можна трактувати так: мозок людини складається із двох півкуль, які працюють за різними стратегіями [68, с. 125].

Подальші численні експерименти підтвердили, що півкулі мозку людини не ідентичні ні в анатомічному, ні у функціональному відношенні. У більшості людей права півкуля переробляє інформацію цілісно та одночасно, а ліва — аналітично та послідовно. При цьому кожна із півкуль має як сильні, так і слабкі сторони, та вносить свій вклад у мислення [22, с. 179].

Отже, мозок людини функціонує як одне ціле та поєднує обидві стратегії обробки інформації [166, с. 166]. Зазначені стратегії необхідні та взаємодоповнюють одна одну в цілісному розумовому процесі. Цей процес включає обмін інформацією між півкулями мозку людини. Таким чином, теорія функціональної асиметрії мозку, як нам здається, принаймні не вступає у суперечність з тим поглядом на психологічний механізм мислення, який був сформульований Л.М. Веккером.

Знання психофізіологічних основ розумових процесів та законів їх функціонування є необхідним для правильного вибору методів та форм навчання. Однак зазначимо, що незважаючи на світову відомість Л.М. Веккера, розроблена ним єдина теорія психічних процесів не знайшла поки що адекватного відображення у методиці навчання фізики.

Вих одячи із вищезазначеного, у цьому підрозділі розглядатиметься загальні питання пропонованої нами методики навчання учнів мови фізики, розробка якої ґрунтується на єдиній теорії психічних процесів Л.М. Веккера.

Щоб учні могли думати у ході навчального процесу, пов’язаного з вивченням фізики, їм потрібне ефективне знаряддя аналізу і розв’язування пізнавальних задач. На нашу думку, ним може стати мова фізики, яку ми розглядаємо як систему знаково-символічних засобів. Ці засоби, як зазначалося нами у підрозділі 1.1, можуть сприйматися і як одновимірні послідовні мовленнєві структури (фізичні терміни, фізичні символи, слова номенклатури, ключові слова в умовах фізичних задач та ін.), і як просторово-одночасні образні структури (графіки, схеми, діаграми, зображення, наочні моделі тощо). Ідея їх взаємодії у ході розумових процесів представлена на рис. 2.1. Лише при узгодженні зазначених складових мови фізики можна сподіватися, що вона стане внутрішнім знаряддям розумової діяльності учнів.

Під час навчання учнів мови фізики належну увагу повинен отримати кожен з її компонентів, а також має бути простежений важливий для розуміння навчального предмета зв’язок між ними. Тому у подальшому викладі дисертаційної роботи головна увага буде спрямована на питання набуття учнями навичок узгодження двох складових мови фізики (мовленнєвої і образної). Але наразі звернемося до розгляду особливостей образної складової, про яку зазвичай не згадують, формулюючи означення мови фізики.

Разом із мовою слів у фізичній науці широко використовується *графічна мова*, яка нами розглядається як складова мови фізики. Ця мова цінна тим, що дозволяє зробити доступним для огляду великі об’єми інформації. Інколи без графічної мови надто складно подати фізичну інформацію так, щоб її зрозуміла інша людина.

Говорячи про наочність та образність, слід мати на увазі, що вона може бути різною. У випадку електромагнітних явищ, і тим паче будови атома (за Резерфордом та Бором), наочність принципово відрізняється від тієї, з якою учні зустрічалися, наприклад, під час вивчення механіки Ньютона. Якщо рух макроскопічних тіл учні можуть безпосередньо спостерігати, то індивідуальні (власні) образи Резерфорда та Бора можна засвоїти (привласнити), лише вивчаючи відповідний розділ фізики.

До мови просторових образів можна віднести такі її елементи, як графіки фізичних залежностей, схеми, діаграмами, зображення у задачах, наочні моделі тощо.

Поняття про *графік* функції та особливості графіків деяких елементарних функцій, а також правила їх побудови є предметом спеціального вивчення в курсі математики. Проте, треба потурбуватися про перенесення цих знань на фізику. Зображенню графіків фізичних залежностей та їх інтерпретації ми приділяємо значну увагу у своїй методиці. Про роль, яку відіграють навички побудови та інтерпретації графіків при розв'язуванні фізичних задач, йтиметься у п. 2.3.2.

До елементів мови фізики ми також відносимо *таблиці*. В них виділяється заголовна частина — перший рядок чи стовпчик, або обидва разом. Тіло таблиці здебільшого розграфлюють вертикальними й горизонтальними лініями. Через це у такій таблиці легко простежувати відповідність між її внутрішніми елементами та елементами заголовної частини. Якщо відомості, якими заповнюватиметься тіло таблиці, залежать лише від одного параметра, то заголовним обирають тільки один рядок (або стовпчик), і таку таблицю називають таблицею із одним входом. В іншому випадку, коли заголовними є і перший рядок, і перший стовпчик, таблицю називають таблицею із двома входами (прикладом може бути психрометрична таблиця).

Умовно таблиці можна поділити на види: класифікаційні, порівняльні та функціональні. У класифікаційних таблицях, як правило, відображають результати простого поділу чи класифікації понять.

Порівняльні таблиці мають головне призначення в тому, щоб найбільш зручно представити результати зіставлення окремих сторін або структурних елементів тих об'єктів, що порівнюються. Особливо корисні такі таблиці для порівняння таких об'єктів, в яких спостерігається певна аналогія. Наприклад, доцільно за допомогою таблиці робити порівняння величин, що описують поступальний та обертальний рухи. Тоді в учнів з'являється можливість логічно пов'язувати матеріал, що сприяє його запам'ятовуванню.

У функціональних таблицях, як правило, відображають певну залежність фізичних величин через подання відповідних значень залежних і незалежних величин. Учні повинні навчитися розуміти інформацію, що подана у таблицях. Але це потребує спеціально організованої роботи.

Ще один підвид просторових елементів мови фізики представляють *діаграми*. У шкільному курсі фізики застосовуються такі види діаграм, як лінійні, стовпчасті та кругові. За допомогою лінійних і стовпчастих діаграм стають більш доступними для огляду статистичні дані. Це значно полегшує процес порівняння останніх. Відмінною особливістю кругових діаграм є те, що їх, здебільшого, використовують для візуалізації співвідношення цілого і частин. Ціле зображають кругом, а окремі частини цілого — секторами круга.

До мови просторових образів можна також віднести схеми. У загальному розумінні, *схема* — це креслення, що зображує систему. Схемою також може називатися зображення чи опис у загальних, основних рисах (попередній ескіз, план).

Власне графічні схеми (наприклад, принципові схеми радіоелектронних пристроїв або оптичні схеми) широко застосовуються у відповідних розділах шкільного курсу фізики. Графічні або візуальні схеми за умов використання в

них знайомих учням образів або деяких предметних чи сюжетних рисунків можуть доступно передавати сутність навчального змісту і без застосування на схемі будь-яких словесних елементів.

З іншого боку, доцільно використовувати і схеми, що містять слова (наприклад, назви законів) та символи (окремі чи у складі формул). Такі схеми можуть являти собою плани діяльності та ін. У них графічні елементи є домінуючими. Саме через їх взаємне розташування і зв'язок передаються істотні моменти змісту. Елементи такої схеми візуально поєднані, наприклад, стрілками. Вербальний матеріал здебільшого міститься у схемі у вигляді вставок, розміщених у графічних контурах.

Такі схеми нами розробляються і впроваджуються в навчальний процес, бо вони виступають потужним знаково-символічним засобом як при вивченні нового теоретичного матеріалу, так і під час розв'язування задач. Методика їх застосування буде подана у п. 2.5.

До мови просторових образів відносяться і зображення реальних предметів (наприклад, обладнання), макети й конструкції. У навчанні фізики вони використовуються у функції замісників матеріальних об'єктів, що вивчаються.

Ілюстративний матеріал підручників і посібників з фізики також можна віднести до образного компонента мови фізики. Він призначений для того, щоб забезпечувати разом із вербальним матеріалом найповніше засвоєння учнями навчального змісту.

Лише узгоджене поєднання мовленнєвих та образних елементів мови фізики може бути основою успішного навчання учнів фізики та розвитку їхнього мислення, бо фізична думка народжується у процесі оборотного перекладу між двома компонентами фізичної мови. Коли учень не може уявити, про що говорить учитель на уроці, чи про що йдеться у підручнику, тоді виникає необхідність у свідомому пошуку адекватного перекладу інформації з мови слів на мову образів. З іншого боку, коли учень не може сказати, хоча потенційно і уявляє ситуацію — виникає потреба у свідомому зворотному перекладі з мови образів на мову слів. Саме міра оборотності перекладу між двома компонентами фізичної мови детермінує відчуття ступеня розуміння навчального матеріалу.

Навчання учнів мови фізики доцільно здійснювати на навчальних заняттях різних типів, які зазвичай умовно поділяються на уроки вивчення теоретичного матеріалу, уроки розв'язування задач та уроки виконання фізичного експерименту. Такий поділ напрямків навчання мови фізики поданий на рис. 2.2. Змістове наповнення цих напрямків буде детальніше розглядатися у пункті 2.3.

Наразі зазначимо, що організацію навчання учнів мови фізики пропонуємо проводити у режимі, який будемо називати *середовищним*.

На нашу думку, така назва має відбивати ідею про створення на уроках фізики відповідного *мовного середовища*. А потреба у цьому середовищі є, і це підтверджується встановленим психологами положенням про те, що оволодіти мовою можна лише в результаті активного її використання [43; 107].

Однією з головних матеріалізованих складових цього мовного середовища за нашою методикою має стати система завдань, спрямованих на формування в учнів умінь сприймати, переробляти та подавати фізичну інформацію у різних формах (способах її кодування). Ці вміння необхідні учням для того, щоб розуміти зміст навчальних текстів, розв'язувати теоретичні та експериментальні фізичні задачі.

На необхідність уведення у навчальну діяльність завдань на перекодування інформації неодноразово звертали увагу як психологи (Л.В. Занков [75], Н.Г. Салміна [173], А.М. Сохор [193], Л.М. Фрідман [221] та ін.), так і учені-методисти (Є.В. Коршак, В.Г. Нижник, В.Д. Сиротюк [135], І.В. Сальник [175], Н.А. Тарасенкова [203] та ін.). У їхніх роботах доцільність використання у навчальному процесі таких завдань пояснювалася тим *емпіричним* фактом, що ці завдання допомагають учням повноцінно засвоювати навчальний матеріал. При цьому було встановлено, що такий переклад виявляється для багатьох учнів надто складним [174, с. 89].

Спроба *теоретичного* обґрунтування важливості організації вищезазначеного тренування учнів для їх результативного навчання була зроблена у п.1.3. нашої дисертації на основі встановленої Л.М. Веккером [35] психологічної специфічності організації розумових процесів. Нагадаємо, що ця специфіка полягає у тому, що мислення відбувається як процес оборотного перекладу інформації між мовою мовленнєвих структур та мовою просторових образів. У ході такого неперервного перекладу зміст думки формується, доки не стане певним інваріантом, що і дозволяє його виявити, відділивши від форми . Після цього процес мислення припиняється, виникає відчуття розуміння і думка може бути сформульована у різних формах.

Приклади конкретних завдань будуть наведені у підрозділах 2.3 та 2.4. У першому з них розглядатимуться "мовні" завдання, які спрямовані на засвоєння учнями теоретичного матеріалу, а також на формування умінь, необхідних для успішного розв'язування задач та проведення фізичного експерименту. У другому йтиметься про створення на основі цих завдань відповідної тренувальної бази з використанням новітніх інформаційних технологій.

Наприкінці цього підрозділу дисертаційної роботи коротко зупинимося на питаннях, пов'язаних з урахуванням вікових та індивідуальних особливостей учнів, а також з поділом завдань навчання між основною і старшою ланками середньої школи.

Ми лише коротко зупинимось на цих питаннях не тому, що вони прості, а навпаки — надто складні. І ми не впевнені, що вони можуть бути розв'язані у найближчі десять-п'ятнадцять років. Їх розв'язання, як це нам уявляється, потребує не лише додаткових серйозних психолого-дидактичних досліджень, а

й принципових змін в організації всього навчально-виховного процесу у середній школі, зокрема у відношенні до планування роботи вчителя і учнів, а також до процедури оцінки їхньої діяльності з боку адміністрації навчального закладу та інших керівних органів освіти.

Але все ж таки деякі загальні поради дати вчителям можна і зараз.

По-перше. "Мовну" роботу треба розпочинати з першого уроку. Якщо такий урок у даному класі не є першим уроком вивчення фізики для Ваших учнів, то треба зробити діагностику їхнього рівня володіння мовою фізики на предмет того, чи достатній він для результативного опрацювання викладеного у підручнику матеріалу чергової навчальної теми. У подальшому таку діагностику треба буде проводити перед вивченням кожної нової теми. За результатами діагностики необхідно організувати роботу з ліквідації виявлених недоліків, залучаючи собі у помічники найбільш підготовлених учнів. Така робота, як показує досвід, може затягнутися, але відмова від неї — прямий шлях до нерозуміння учнями фізики. Якщо Ви — перший учитель фізики для Ваших учнів, то від діагностики теж не варто відмовлятися, але це буде діагностика загальних "мовних" навичок, необхідних для успішного вивчення декількох перших тем.

Тут є принаймні дві проблеми. Одна з них полягає в тому, що багатьом учням не дуже до вподоби, коли їх починають перевіряти на першому ж уроці. Тому бажано діагностику провести в ігровій формі. Друга проблема пов'язана з так званим календарним плануванням. Треба відвести якомога більше часу на ліквідацію "мовних" недоліків, які виявляться під час діагностики. Зазначимо, що до "мовних" недоліків ми відносимо і проблеми в учнів з мовою математики у тій частині, де вона органічно входить до мови фізики (за нашим означенням).

На користь запропонованого підходу свідчать як математичне моделювання процесу накопичення знань [115; 125], так і експериментальні дослідження, у яких дисертант брав участь [89]. Пам'ятайте: щоб мова фізики стала для Ваших учнів надійним знаряддям комунікації та розв'язування пізнавальних задач, вона спочатку має стати предметом навчання.

По-друге. Дайте можливість учням *активно* оволодівати мовою фізики. Вони не мусять боятися зробити помилку при перших спробах пояснити те чи інше явище, використовуючи ще незвичні для них терміни. Спонукайте їх до власних роздумів над необхідністю введення того чи іншого поняття. Привчайте до ініціативи у створенні власних знаково-символічних засобів для кращого пояснення товаришам теоретичного матеріалу, задуму експерименту чи розв'язку задачі. Організуйте порівняльний аналіз результатів символотворчості учнів з культурно-історичними аналогами (за методикою А.В . Хуторського [227]).

По-третє. Пам'ятайте про двомовний характер мислення. Не примушуйте дослівно заучувати означення фізичних понять. Організуйте роботу з новими поняттями так, щоб склався образ, який відповідає словам означення. Оцінюйте рівень засвоєння поняття не за швидкістю і точністю відтворення означення, що наведене у підручнику, а за результатами відповідей на незнайомі для учнів запитання, що стосуються цього поняття, та за успішністю виконання

відповідних нових вправ, у яких застосовуються як мовленнєві, так і образні знаково-символічні засоби (елементи мови фізики). Пропонуйте учням будувати власні означення нових понять і порівнювати їх з тими, що наведені у підручнику.

По-четверте. Пам’ятайте про існування індивідуальних особливостей учнів щодо способів сприйняття і переробки інформації. Одним зручніше “просуватися”, перебудовуючи образні структури та порівнюючи їх потім із мовленнєвими, а іншим навпаки — вони віддають перевагу “рухові” у мовленнєвих структурах з періодичним поверненням до образних, щоб з’ясувати чи не утворився вже той інваріант, який можна і уявити (образ), і про який можна сказати (мовленнєва структура). Треба допомогти кожному учневі усвідомити свої природні особливості та пов’язані з ними уподобання щодо способу сприйняття і переробки інформації [90; 92].

По-п’яте. У більшості учнів, які тільки розпочинають вивчати шкільний курс фізики, формальні операції (за Піаже) ще не сформовані, хоча вікова межа, на яку вказував швейцарський психолог (11-12 років), уже пройдена. Більш того, виявилося, що половина людей взагалі ніколи не переходить на цю стадію когнітивного розвитку [111; 159]. З іншого боку, вивчення фізики на рівні конкретних операцій (за Піаже) — марна трата часу. Це підтвердили і наші дослідження [6].

Треба пам’ятати, що перехід на стадію формальних операцій сам по собі (із фізіологічним дорослішанням людини) не відбувається. Необхідним є спеціально організоване навчання, у якому одне з найважливіших місць займає навчання знаково-символічних засобів предметів фізико-математичного циклу. За умови організації такого навчання, як свідчить наш досвід, можна перевести більшість учнів на потрібну для результативного навчання фізики стадію когнітивного розвитку ще у межах основної школи. У такому випадку навчання мови фізики у старшій школі проходить без особливого контролю з боку вчителя, бо учні вже навчилися відрізняти те, що вони розуміють, від того, що їм не ясно, а усвідомивши свою проблему, або вирішують її власними силами, або звертаються за допомогою, конкретно формулюючи суть питання.

У протилежному випадку — вчителю доводиться займатися із старшокласниками тими речами, які вони мали опанувати ще в основній школі, бо без них результативно вивчати фізику у старшій школі не має ніякої можливості.

Перейдемо далі до розгляду організації проведення роботи з навчання учнів мови фізики на заняттях різних типів.

2.3. Особливості засвоєння учнями мови фізики на навчальних заняттях різних типів

2.3.1. Мова фізики при вивченні теоретичного матеріалу

Під час вивчення теоретичного матеріалу з фізики треба звертати увагу учнів на існуючу специфіку фізичної термінології, яка створює певні труднощі для розуміння і свідомого засвоєння навчального предмета.

• *Побутова лексика та терміни.* Учні, які розпочинають вивчати фізику як навчальний предмет середньої школи, вже мають досить багатий словниковий запас. Певна річ, кожен учень ще до вивчення фізики вже оперував такими словами як швидкість, енергія, робота, сила, потужність та ін. Вони запам'ятовувалися разом з іншими словами у почутих фразах при спілкуванні, з книжок чи телебачення, часто механічно, без заглиблення у суть.

За роки існування фізичної науки її поняття поширилися в мові побутового спілкування. Отже, ще до будь-якого знайомства з фізикою в учнів уже є якісь побутові поняття, які позначені тими ж словами, що і поняття фізичної науки. Але, як зазначає Д.Т. Кривенко, негативний плив повсякденної мови призводить до плутанини у наукових поняттях [102, с. 90].

Спостерігаючи за навчальним процесом, можна помітити, що учні на уроках фізики часто намагаються будувати свої міркування з опорою на власні життєві уявлення. При цьому вони використовують слова, що є фізичними термінами, але розуміють їх у побутовому значенні. Аналіз учнівських письмових та усних відповідей свідчить про широке використання фраз подібних до такої: "робота виконується, бо витрачається сила".

З метою запобігання таких недоліків в усному та письмовому мовленні учнів пропонуємо такий тип вправ:

Вправа "Цього не можна". *Позначте словосполучення, які <u>не</u> застосовуються з наступними термінами:*

1) *прискорення*: а) викликати ~; б) набувати ~; в) запасати ~; г) надавати ~.

2) *сила*: а) прикладати ~у; б) придбати ~у; в) додавати ~у; г) витрачати ~у.

3) *енергія*: а) запасати ~ю; б) здійснювати ~ю; в) передавати ~ю; г) придбати ~ю.

4) *коливання*: а) збуджувати ~; б) підтримувати ~; в) модулювати ~; г) докладати ~.

5) *напруга*: а) створювати ~у; б) надавати ~у; в) прикладати ~у; г) знаходитися під ~ю.

Складати такі вправи можна за допомогою двомовних фізичних словників, у яких є приклади застосування фізичних термінів. Так, нами був використаний словник [170], який може застосовуватися для засвоєння учнями фізичної термінології.

• *Терміни та іноземні мови.* У назвах термінів відображений зміст тих понять, які вони позначають. Для прикладу розглянемо явище, що спостерігається у коливальній системі, на яку діє зовнішня гармонічна сила. Якщо повільно змінювати частоту цієї сили (при сталій амплітуді), то при наближенні частоти зовнішньої сили до частоти власних коливань системи амплітуда вимушених коливань різко зростає. Коливальна система починає мовби "відкликатися" на дію зовнішньої сили. Щоб відбити існування цього явища в теорії коливань, йому потрібно було надати спеціальну назву. В основу такої назви і був закладений цей "відклик", який привернув увагу дослідників. Так виникло поняття про резонанс (фр. *resonance*, від лат. *resono* — відкликаюсь).

Висвітлюючи питання про відповідність буквального значення терміна його дійсному значенню, Д.С. Лотте — відомий дослідник проблем наукової термінології — відокремлював три основні групи термінів: правильно орієнтуючі, нейтральні та хибно орієнтуючі [108, с. 24-25]. Чим більше буквальне значення слова, яке використовується як термін, відповідає змісту того поняття, що позначається цим терміном, тим він буде більш точно орієнтуючим.

Наукові терміни, в яких важко розпізнати буквальне значення, є нейтральними. У більшості випадків нейтральні терміни є запозиченими з інших мов, що складаються з таких терміноелементів, які етимологічно незнайомі учням. Так, нейтральним терміном для багатьох учнів є термін “інтерференція”.

Розвиток фізики приводить до розвитку її понятійного апарату, збагачує зміст понять. Фізичні терміни мають переважно іноземне походження, бо інтерес до цієї науки виник дуже давно й у різних народів. Розкриття вихідного значення фізичних термінів часто запобігає їх хибному тлумаченню, сприяє свідомому засвоєнню фізичних знань. Але сучасні учні, які навчаються у середніх загальноосвітніх закладах, ні латиною, ні грецькою мовою не володіють. Вони у багатьох випадках не можуть навіть пов’язати новий для себе фізичний термін зі словом тієї іноземної мови, яку вивчають за шкільною програмою.

З метою звернення уваги учнів на позитивному моменті у з’ясуванні етимології (походження) фізичних термінів пропонуємо їм виконувати такий тип вправ.

Вправа “Встановлення етимології”. *Підберіть до кожного з наступних термінів відповідне слово з тих, що пронумеровані, та запишіть його порядковий номер:*

Інтерференція – Дифракція – Індукція – Дисперсія – Когерентність –

1) накладання, 2) розсіювання, 3) розкладання,4) узгодження, 5) заломлення, 6) огинання, 7) взаємодія, 8) додавання, 9) наведення, 10) порівняння.

Цей тип вправ непростий для учнів. Так, наведений тут приклад був використаний у текстах завдань відкритої олімпіади, яка проводилася у 2003 році для абітурієнтів фізичного факультету Запорізького національного університету. В цій олімпіаді брали участь 60 учнів одинадцятих класів м. Запоріжжя та Запорізької області.

Виявилося, що рівень складності кожного із запропонованих завдань у вправі значно відрізняється. Так, правильно підібрав пару до першого терміна тільки один з учасників олімпіади. Інші не пов’язували явище *інтерференції* із взаємодією. Найчастіше серед невірних відповідей зустрічалися — додавання та накладання. Ми пов’язуємо цей факт з таким визначенням інтерференції як процесу взаємного підсилення або послаблення хвиль при їх накладанні одна на одну. До другого терміна правильно підібрав пару 31 учень, до третього — 22, до четвертого — 15 та до п’ятого — 32 учні.

• *Теорія та терміни.* Поява того чи іншого терміна спричиняється необхідністю закріпити назвою певне поняття. Але наукові поняття не з'являються самі по собі. Вони виникають і "живуть" у певних теоріях. Так, для пояснення конкретного фізичного явища необхідно висунути відповідну гіпотезу, а потім її підтвердити чи спростувати експериментально. Так виникають фізичні ідеї та уявлення. Щоб їх якось зафіксувати, полегшити оперування ними, потрібні терміни. Якщо фізична теорія була відхилена за наслідками експерименту, її часто відкидають разом з термінами, які з'явилися у цій теорії. Так відбулося з поняттям теплецю у молекулярній фізиці, яке тепер не використовується.

Іноді терміни одних теорій "перекочовують" в інші, нові. Так сталося з терміном "атом", що у Левкіппа та Демокріта позначав неподільні частинки, з яких за їхнім ученням складаються усі існуючі речовини. Такий вибір терміна був пов'язаний з тим, що "атом" у перекладі з грецької як раз і означав "неподільний". У сучасних теоріях цей термін використовується для позначення структурних частинок хімічних елементів, але ці частинки тепер не розглядаються як неподільні. На цьому хрестоматійному прикладі добре видно, що термінологічна робота має супроводжуватися ознайомленням учнів з історією фізики, а іноді не обійтись і без розгляду питань, пов'язаних з іншими науками. Причому йдеться не тільки про природничо-математичні науки. У даному випадку корисно звернутися і до лінгвістики. Таке звернення допоможе учням у подальшому легше засвоювати терміни (не лише фізичні) з префіксом *а-*, який означає *заперечення*, *відсутність* (алогічний, асиметричний, ахроматичний тощо), а також з коренем *-том-*, який відповідає словам *поділ*, *розтин* (дихотомія, трихотомія, мікротом тощо).

Хоча термін "атом" у сучасній науці з погляду на його походження можна віднести до хибно орієнтуючих термінів (за термінологією Д.С. Лотте), це не означає, що має сенс приховувати від учнів його етимологію, намагаючись у такий спосіб перевести цей термін до розряду нейтральних.

Побудова означень фізичних понять, навіть якщо відповідні терміни знаходяться в активному словнику учня, часто непроста для нього справа. Тому коротко зупинимося на розгляді цього питання.

Означення є концентрованим, логічно оформленим вираженням змісту понять. Виклад фізичної теорії розпочинається часто саме із введення означень, щоб окреслити, про які саме об'єкти йтиметься. У процесі розвитку фізичної теорії означення понять збагачуються, уточнюються, вдосконалюються. Більш точні означення понять утворилися в теоріях, які досягли вищого розвитку.

Цей факт у поєднанні з попередніми висновками необхідно враховувати вчителям під час роботи, спрямованої на оволодіння учнями понятійним апаратом фізики. Якщо на певному ступені навчання теорія у повному обсязі недоступна учням, слід утримуватися від найбільш точних означень розглядуваних у ній понять. Але про це учні повинні знати. Необхідно вказувати їм на те, що введені означення є не зовсім точними, однак достатні для успішного розв'язання певного класу задач.

Якщо учнів спочатку примушувати заучувати “правильні” означення, вони їх запам’ятають, але *механічно*, бо ще не в змозі усвідомити зміст самого поняття чи окремих слів, які входять до його означення. Тоді спостерігається явище, коли деякі важливі слова несподівано зникають з означень фізичних понять при формулюванні їх учнями. Учителю треба звертати увагу на подібні речі, формуючи в учнів фізичні поняття та сприяючи засвоєнню ними відповідних термінів.

Для того, щоб учні оволоділи правилами означення понять через найближчий рід та видову відмінність, пропонуємо їм складати таку таблицю: у першому стовпчику таблиці треба записати терміни певного розділу підручника , у другому — найближчий рід, до якого належить поняття, що позначається терміном з першого стовпчика, в третьому — видову відмінність даного поняття від інших, що належать до даного виду.

Таку роботу доцільно проводити наприкінці вивчення теми. Учні працюють вдома з термінологічними словниками та додатковою літературою. Таблиці оформляються на альбомних аркушах та подаються на перевірку за декілька днів до закінчення вивчення певної теми. Аналіз та оцінювання відбувається на заключному уроці. На перших етапах вивчення фізики така робота дозволяє учням систематизувати матеріал, сприяє свідомому запам’ятовуванню термінів, закріплює вивчені поняття, розвиває їхні інтелектуальні здібності та самостійність у роботі.

Для прикладу наведемо окремі фрагменти таблиці, складеної учнем 7 класу:

Таблиця 2.1

Приклад таблиці, складеної учнем 7 класу

Термін	*Найближчий рід*	*Видова відмінність*
Механічний рух	рух	при якому відбувається зміна положення тіла відносно інших тіл
Тіло відліку	тіло	відносно якого визначається положення даного тіла
Траєкторія	лінія	яку описує тіло під час руху
Шлях	довжина	ділянки траєкторії, що пройдена тілом за певний проміжок часу
Курвіметр	прилад	для вимірювання довжини кривих ліній на планах і картах

На окрему увагу заслуговує і ***фізична символіка***, яка використовується для позначення фізичних величин, їх одиниць, фізичних сталих, приладів (для схематичного позначення на схемах), знаків на обладнанні (наприклад, для зазначення класу точності та ін.) тощо.

Для того, щоб учні розуміли текст, записаний формалізованою мовою, вони повинні знати символи, вміти їх читати, а також знати правила інтерпретації набору певних символів. На це повинна бути спрямована

організація діяльності учнів.

Мова фізики має спільні елементи з мовами інших наук. За допомогою математичних понять, термінів та символів стало можливим компактно подати фізичні знання, записати основні встановлені закони. Під час вивчення молекулярної, атомної та ядерної фізики не обійтися без хімічних символів — позначень хімічних елементів. Тому виникає потреба у налагодженні міжпредметних зв'язків. Про організацію цієї роботи детальніше йтиметься у п. 2.6.

Вчитель має звернути увагу учнів та те, що одна й та сама фізична величина може позначатися різними символами в залежності від загального контексту. Але треба сказати учням і те, що унормований перелік як основних, так і резервних символів (які використовуються, якщо основний символ фізичної величини вже використаний для позначення іншої величини) наведений у державному стандарті України [65].

Одиниці фізичних величин також позначаються спеціальними знаками. Але у цьому випадку варіації не передбачені. Існують десяткові кратні і частинні одиниці. Вони утворюються за допомогою спеціальних множників, а їх назви і позначення — з назв і позначень вихідних одиниць за допомогою відповідних префіксів. Ці множники, префікси та їх позначення унормовані у державному стандарті України [64].

Під час першого знайомства учнів з певним символом фізичної величини часто існує можливість пояснити його походження. Так, більшість фізичних величин прийнято позначати латинськими літерами, які є першими у назвах відповідних термінів. У деяких випадках латинська назва величини аналогічна англійській її назві (можна провести аналогію і з іншими іноземними мовами).

Проілюструємо ідею роботи з символьною інформацією. На першому етапі вивчення механіки учням можна повідомити про те, що *сила* як фізична величина позначається літерою **, бо це перша літера в англійському слові force, що перекладається як сила; прискорення — літерою від англійського слова acceleration, що у перекладі відповідно означає прискорення, швидкість — від англійського velocity, що у перекладі — швидкість. Далі наводиться наступна низка слів: велосипед, акселератор, акселерація, форсування та пропонується учням самостійно встановити певні зв'язки з відповідними фізичними термінами, а також розкрити їх значення.**

Інколи у ході такої роботи учні, що ухопили ідею, пропонують власно підібрані слова та аналогії. А.В. Хуторський пропонує проводити уроки символотворчості [227, с. 373]. Мета таких уроків полягає у пошуку та побудові учнями зв'язків між певними об'єктами та їхніми символами. Важливе місце на них займають пояснення та тлумачення учнями власно отриманих "символів".

Цілеспрямоване формування різних за характером "мовних" умінь та навичок можна ефективно здійснювати за умови використання різних методичних прийомів. Розглянемо організацію роботи з використанням таких прийомів на прикладі спеціально сконструйованих вправ, що сприяють

свідомому засвоєнню та застосуванню мови фізики.

Вправи, спрямовані на засвоєння учнями прийомів осмислення навчальних текстів з фізики. Розуміння учнями навчального матеріалу є дуже важливим. У методичній літературі нещодавно навіть з'явилася абревіатура — ЗУНР (знання, уміння, навички, розуміння) [237, с. 158]. Проведені експерименти свідчать, що знання, вміння і навички, які здобуті без розуміння, дуже швидко втрачаються [116, с. 166]. Тому "зубрячка" фізики та її мови — справа марна. Навпаки, треба використовувати невичерпний потенціал мови фізики для формування таких найважливіших якостей особистості, як здатність та прагнення до наукового розуміння.

Ці якості особистості мають величезне значення і можуть утворюватися лише у процесі багаторазового досягання розуміння при навчанні [49]. Отже, розумінню треба вчити, причому поступово та цілеспрямовано. Як ми зазначали у першому розділі, розуміння з'являється тоді, коли у результаті мислення мовленнєві структури узгоджуються з образними. Розуміння завжди присутнє у сформованій думці, що з'явилася на завершальній стадії розумового процесу (як стоп-сигнал про його завершення).

Розглянемо далі деякі специфічні риси наукового тексту з фізики. Науковий текст, на відміну від, наприклад, поезії, не має властивої їй сили інтонації та ліричного натиску [96, с. 18]. Наукова література має на меті показати щось наперед визначене, яке не терпить багатозначності, а тому обмежене певною логікою у викладі, правилами використовування вербальних і невербальних знаків. Але ми вважаємо, що провести чітку межу між логічним і емоціональним мовленням практично неможливо. Логічне мовлення може мати емоційні відтінки, а емоційне мовлення може бути логічно побудованим. Тому мова навчального тексту з фізики не повинна бути позбавлена образності та емоційності. Так, видатний фізик-теоретик Я.І. Френкель указував на те, що не вважає за потрібне писати книги та наукові статті "суконною мовою" [220].

Право користування образною мовою, метафорами, порівняннями, аналогіями не повинне бути монополією поетів та письменників. Для того, щоб мова фізики виступала стимулом розвитку пізнавальних інтересів учнів, необхідно, щоб мова навчальних текстів і вчителя була їм зрозумілою. Досягнути відчуття розуміння в учнів-читачів можна за рахунок використання у підручниках поряд з формально-словесним текстом великої кількості ілюстрацій різного типу (графіків, діаграм, схем, фотографій, рисунків тощо).

За час вивчення шкільної фізики потрібно навчити учнів розуміти навчальні тексти. Це необхідно їм і для успішного продовження подальшої освіти, наприклад, під час навчання у вищому навчальному закладі. У межах досліджень, що проводяться під керівництвом Ю.П. Мінаєва і пов'язані з розробкою технології підготовки учнів до продовження фізичної освіти у вищих навчальних закладах, автор дисертації був залучений до розробки спеціальних вправ, спрямованих на засвоєння учнями прийомів осмислення навчальних текстів з фізики [126].

Розглянемо ідею двох типів таких вправ.

Вправа "Доведи або спростуй твердження". Ідея розробки вправ такого типу полягає в наступному. З кількох параграфів підручника відбираються ключові речення, з яких можна скласти відносно короткий (1-2 сторінки) текст, насичений новою для учнів інформацією. Мається на увазі, що текст стосується теми, яку школярі ще не вивчали за програмою. А після тексту пропонується досить велика кількість тверджень (10-20), з якими треба погодитись або вказати хибні. Якщо учень не може визначитися, йому дозволяється пропустити відповідне твердження. Після того, як завдання виконане кожним самостійно, проходить обговорення, під час якого школярі пояснюють свій вибір.

Учитель має слідкувати, щоб учні у своїх поясненнях максимально використовували текст і робили логічні висновки з нього. Треба розглядати різні запропоновані варіанти пояснень, навіть якщо відповіді щодо вірності або хибності певного твердження співпадають.

Організація обговорення позицій учнів, пошук логічних помилок у поясненнях — дуже відповідальний етап у використанні цієї вправи. Тут не можна поспішати. Школярі повинні зрозуміти, що на даному етапі головним є не отримання відповіді щодо правильності або хибності конкретного твердження, а з'ясування того шляху, яким можна дійти до цієї відповіді. Наведемо конкретний приклад вправ такого типу. Текст складався з речень, які взяті з підручника для восьмого класу [146].

Приклад вправи. Уважно прочитайте текст і твердження, які наведені після нього. Якщо, на Вашу думку, твердження узгоджується із текстом, то у бланку для відповідей треба поставити у відповідному місці “+”, а якщо не узгоджується, то “–“. Якщо Ви вагаєтесь із відповіддю, то треба поставити “0”.

Текст: Енергію руху і взаємодії частинок, із яких складається тіло, називають внутрішньою енергією тіла. Внутрішня енергія тіла не залежить ні від механічного руху тіла, ні від положення цього тіла відносно інших тіл. При підвищенні температури внутрішня енергія тіла збільшується, оскільки збільшується середня швидкість, а значить, і кінетична енергія молекул цього тіла.

Внутрішню енергію тіла можна змінити двома способами: виконанням механічної роботи або теплопередачею. Перенесення енергії від більш нагрітих ділянок тіла до менш нагрітих у результаті теплового руху і взаємодії частинок називається теплопровідністю. При цьому дуже важливо зазначити, що при теплопровідності сама речовина не переміщується від одного кінця тіла до іншого.

Різні речовини мають різну теплопровідність. Залізний цвях, наприклад, не можна нагрівати, тримаючи в руці, а сірник, що горить, можна тримати до тих пір, поки полум’я не торкнеться руки. Велику теплопровідність мають метали, особливо срібло та мідь. У рідинах, за винятком розплавлених металів, наприклад, ртуті, теплопровідність невелика. У газів теплопровідність ще менша, оскільки молекули їх знаходяться відносно далеко одна від одної. Тому зіткнення молекул відбуваються рідше, і енергія від одних молекул до інших передається повільніше.

Помістивши руку над гарячою плитою або над лампою, що горить, ми відчуємо, що від плити або лампи вгору підіймаються теплі струмені повітря. Тут ми спостерігаємо інший вид теплопередачі, який називають конвекцією (від лат. слова конвекціо — перенесення).

При конвекції енергія переноситься самими струменями газу або рідини. Повітря, яке торкається плити або лампи, нагрівається від її поверхні і розширюється. Густина повітря, що розширилося, менша ніж густина холодного, і тому шар теплого повітря спливає в холодному повітрі. Адже архімедова сила, що діє на тепле повітря з боку холодного знизу вгору, більша, ніж направлена вниз сила тяжіння, що діє на тепле повітря. Ми розглянули конвекцію, яка є природною, або вільною. Якщо ж нерівномірно нагріту рідину (або газ) перемішувати насосом або мішалкою, то буде відбуватися вимушена конвекція.

Сидячи біля вогнища, ми зігріваємося, відчуваємо, як передається тепло від вогнища нашому тілу. Між полум’ям вогнища і нашим тілом знаходиться повітря, а воно, як відомо, має малу теплопровідність. Але і конвекцією пояснити передачу тепла в цьому випадку теж не можна, оскільки конвенційні потоки завжди направлені вгору. Отже, існує ще один вид теплопередачі. Його називають випромінюванням.

Передача енергії випромінюванням відрізняється від інших видів теплопередачі тим, що вона може здійснюватися у повному вакуумі. Випромінюванням передається на Землю і сонячна енергія.

Випромінюють енергію всі тіла при будь-якій температурі, і сильно, і слабо нагріті: тіло людини, піч, електрична лампа. Але чим вище температура, тим більше енергії передає воно шляхом випромінювання.

Випромінювання, поширюючись від тіла, падає на інші тіла. При цьому енергія випромінювання частково відбивається, а частково поглинається тілами, перетворюючись на їх внутрішню енергію, внаслідок чого вони нагріваються. Тіла з темною поверхнею краще поглинають енергію і сильніше нагріваються. Виявляється, що тіла з темною поверхнею і швидше охолоджуються шляхом випромінювання . Наприклад, в світлому чайнику порівняно з темним гаряча вода довше не остигає.

Твердження, істинність або помилковість яких слід встановити, спираючись на наведений вище текст:

1. Кінетична енергія тіла обернено пропорційна його швидкості. 2. Внутрішня енергія тіла зростає із збільшенням його температури. 3. Процес зміни внутрішньої енергії без здійснення роботи над тілом або самим тілом називається теплопровідністю. 4. Теплопровідність, конвекція і випромінювання – це види теплопередачі. 5. Іноді слово

“теплопровідність” використовують для позначення величини, що характеризує певну властивість речовин. 6. Слово “теплопровідність” ніколи не використовують як назву фізичного процесу. 7. Теплопровідність ртуті менша за теплопровідність води. 8. Теплопровідність дерева більша за теплопровідність сталі. 9. На космічній орбітальній станції природна конвекція відсутня. 10. Випромінюють тільки сильно нагріті тіла. 11. Для того, щоб тіло швидше нагрівалося випромінюванням, його поверхню треба зробити блискучою. 12. Теплопередача від одного тіла до іншого можлива без безпосереднього контакту цих тіл. 13. Енергію теплового руху молекул тіла можна змінити, здійснюючи роботу над ним. 14. У вакуумі конвекція відсутня. 15. При збільшенні густини газу без зміни температури його теплопровідність збільшується.

Вправа “Віднови пропущене”. Тексти підручників з фізики містять численну кількість формул, що призводить до збільшення об’єму семантичної інформації на одиницю мовного знаку. В формулах певне фізичне поняття чи логічна зв’язка позначаються символами, при цьому текст за кількістю знаків значно зменшується при збереженні смислу. Але для його свідомого засвоєння учні повинні навчитися розуміти мову формул.

Тому пропонуємо розробляти такі вправи, які нададуть можливості учням спробувати самостійно відновити частину інформації (зокрема, у формульному вигляді), яка була вилучена із навчального тексту, що побудований з окремих речень підручника. Нагадаємо, що ця вправа також виконується на початку вивчення теми, щоб учні не пригадували, а робили умовиводи, користуючись наявною інформацією, що міститься в тексті з пропусками.

Приклад вправи. Уважно прочитайте текст та заповніть пропуски.

“...Передача теплоти при теплообміні характеризується певною кількісною мірою, що називається кількістю теплоти (позначається). Зміна внутрішньої енергії ( ) у результаті теплообміну дорівнює кількості теплоти, що передана тілу: _____. Кількість теплоти вимірюють у джоулях (Дж).

Теплову енергію часто отримують в результаті спалювання різних речовин. У промисловості та в побуті для отримання теплоти у результаті горіння, як правило, використовують пальне, тобто такі речовини, які під час згоряння дають найбільший тепловий ефект. Теплотворна властивість палива характеризується фізичною величиною, що має назву питомої теплоти згоряння палива (позначається).

Її числове значення показує, яка кількість теплоти утворюється при повному згорянні 1 кг палива. Отже , одиницею питомої теплоти згоряння палива є _____.

Для того, щоб визначити кількість теплоти, яка виділяється при згорянні довільної кількості палива, необхідно питому теплоту згоряння палива помножити на його масу : _____.

А якщо необхідно визначити масу палива з відомою питомою теплотою згоряння, необхідного для отримання заданої кількості теплоти, то треба кількість теплоти SHAPE * MERGEFORMAT _____на питому теплоту згоряння .”

Пропоновані прийоми роботи з навчання учнів мови фізики доцільно застосовувати в основній школі. А в старшій школі треба навчати учнів не тільки розуміти тексти, а й критично до них ставитися, порівнювати з іншими текстами на цю ж тему. У ході такої роботи учням можна пропонувати проводити аналіз помилок і неточностей, які зустрічаються у навчальній літературі з фізики. Можливі шляхи організації роботи учнів з декількома альтернативними підручниками з фізики розглянуті нами у [127]. Методична розробка зазначеного питання проводилася дисертантом разом з Ю.П. Мінаєвим та М.М. Циганком. Учням було запропоновано на прикладі теми „Властивості реальних газів” провести порівняння змісту певних тверджень, рисунків, числових даних, що наводилися у різних підручниках з фізики, та знайти між ними певні суперечності.

Але таку роботу, як показав досвід, можна проводити тільки зі школярами, які вже мають відповідну підготовку. Якщо учень неспроможний зробити елементарний логічний висновок з тієї інформації, що є в тексті , то марно й чекати на те, що він буде помічати логічні недоліки тексту підручника або посібника.

Ознайомлення учнів із синтаксичними засобами навчальних фізичних текстів. Безумовно, знання лексики мови фізики необхідне для розуміння фізичних текстів, але цього ще замало. Виявляється, “мовні” проблеми, що виникають в учнів під час вивчення фізики, не зводяться лише до проблеми

засвоєння відповідних термінів. Не менш важливим є опанування правилами поєднування слів у речення і тексти, які за своєю синтаксичною структурою можуть значно відрізнятися від тих, з якими учні мали справу, коли вивчали за шкільною програмою відповідний розділ мовознавства.

Тут важливо знати, яке значення можуть мати послідовність слів у реченнях, розділові знаки між ними, флексії, службові слова тощо.

Так, зміна у послідовності одних і тих самих слів може призвести до спотворення змісту. Наприклад: тертя спричиняє нагрівання та нагрівання спричиняє тертя. А з іншого боку, флексії у цьому ж прикладі можуть деякою мірою відновити зміст: нагрівання спричиняється тертям.

Без знання синтаксису у багатьох випадках неможливо правильно зрозуміти те, про що йдеться, навіть якщо значення всіх слів відомі. На важливість знання учнями синтаксичної форми речень, які є означеннями фізичних величин, звертали увагу учені-методисти О.І. Бугайов та О.І. Ляшенко. Обговорюючи питання єдиного підходу до формулювання означень фізичних величин, вони запропонували їх загальну синтаксичну структуру [26]. Однак головна увага ними приділялася фізичному змісту, який треба відбити в означеннях, а не тому, якими мовними (синтаксичними) засобами це має робитися. Спеціального дослідження потребують також й інші синтаксичні структури, які зустрічаються у фізичних текстах.

У цьому підрозділі ми звернемося до розгляду синтаксичних засобів, які використовуються у текстах навчальних та науково-популярних книг з фізики при роз'яснюванні ідей і доведенні тверджень. Також будуть представлені елементи методики ознайомлення учнів з цими засобами. Але наразі зробимо два попередніх зауваження.

По-перше, ця методика будується на ідеї використання прикладів, які ілюструють те, чого вчитель намагається навчити учнів. Ці приклади були відібрані з учнівських робіт і підручників фізики [28; 98], або спеціально складені нами.

По-друге, пропонована методика ґрунтується на психологічній теорії поетапного формування розумових дій П.Я. Гальперіна [43] та єдиній теорії психічних процесів Л.М. Веккера [35]. Зробимо короткі пояснення щодо останнього зауваження.

Розуміння фізичного тексту часто потребує досить складних розумових операцій. А згідно з теорією П. Я. Гальперіна, для успішного формування розумових дій необхідно спочатку їх матеріалізувати, розгорнувши у зовнішньому плані. Це досягається у багатьох випадках завдяки побудові вдалих схем, які відбивають синтаксичні зв'язки у реченнях.

Теорія Л.М. Веккера розкриває механізм людського мислення, який фактично пояснює необхідність перекодування синтаксичних структур речень з текстової форми у графічну. Узгодження між собою різних форм вираження тієї самої думки викликає в учнів відчуття розуміння прочитаного. Отже, приклади, про які йшлося у першому зауваженні, мають переконувати учнів у доцільності зазначеного перекодування інформації. На початку навчання це перекодування буде проходити у розгорнутому матеріалізованому вигляді, а потім — у внутрішньому (ментальному) плані.

Лінгвістика знає низку об'єктивних засобів, які перетворюють комбінацію слів на осмислений вираз. Увесь набір так званих синтаксичних засобів (неоднаковий у різних мовах) робить з мови об'єктивну систему кодів, що дозволяє конструювати думку і виражати будь-які найскладніші зв'язки і відносини [106, с. 272].

У мовознавстві прийнято розрізняти два основних типи повідомлень (комунікацій), які позначаються термінами "комунікація події" і "комунікація відношення". Під "комунікацією події" розуміють повідомлення про якийсь факт, виражений у реченні. Характерна особливість цього виду повідомлень полягає у тому, що виражене словами може бути подане у наочній картині. Іншими словами, наочно-образний зміст явно переважає у цьому виді повідомлень над вербально-логічним.

Зовсім інший характер носить "комунікація відношення". Існують такі вирази, які не означають ніяких подій, але формулюють певні відношення. Значення цих конструкцій не можна передати у наочній картині. Вони виражають не ті реальні події, в які вступають предмети, а логічні відношення між речами, і використовують такі способи оформлення думок, які притаманні не стільки наочно-образному, скільки більш складному вербально-логічному мисленню. Природно, що наочна ситуація, вказівний або описовий жест, міміка й інтонація не можуть надати допомогу у розкритті значень цих конструкцій. У даному випадку вся повнота відносин, що ними виражається, має бути подана виключно граматичною структурою та порядком тих слів, які їх складають, а також розділовими знаками [106, с. 272].

Тут треба зробити важливе зауваження. Розвинута мова як об'єктивна система кодів має синтаксичні засоби для вираження найскладніших думок. Примітивні мови не забезпечують подібних потреб. Але окремій людині, щоб думати про складні речі та спілкуватися на складні в інтелектуальному плані теми, необхідно оволодіти можливостями, які надає розвинута мова. Оволодіння ж синтаксичними структурами сучасної розвинутої мови неможливе без створення у свідомості людини, яка оволодіває цією мовою, відповідних образів. Звичайно, що ці образи кардинально відрізняються від тих наочних картин, про які йшлося у випадку повідомлень типу "комунікація події". Для створення образів, які б відповідали синтаксичним структурам, можна скористатися різного роду схемами.

Аналізуючи різні види речень, можна помітити, що деякі з них значно ширше представлені в навчальній літературі з фізики порівняно з художньою літературою. Розглянемо детальніше деякі з

Рис. 2.3. Ілюстрація до прикладу 1

синтаксичних конструкцій, які за нашими спостереженнями не завжди зрозумілі учням.

У мовознавстві речення умовно поділяють на прості та складні. Почнемо з розгляду простих речень (простих у термінах лінгвістики, але вони можуть бути суб'єктивно складними для деяких учнів). У цих реченнях лише одна граматична основа. Її складають головні члени речення (підмет, що означає предмет розгляду, та присудок, що означає дію, стан або ознаку підмета). Існують випадки, коли в простому реченні присутній тільки один головний член речення. Прості речення можуть ускладнюватися однорідними членами речення, звертаннями, вставними словами та словосполученнями. Тоді вони так і називаються — ускладнені прості речення.

Розглянемо прості речення, що ускладнені однорідними членами завдяки засобам вираження сурядного зв'язку. Приклади, що будуть наведені, мають форму "мовних" завдань з можливими варіантами їх виконання та методичними коментарями.

Приклад 1. Густина заліза менша за густину нікелю, але більша за густину алюмінію.

Яка з цих речовин має найбільшу, а яка — найменшу густину?

Висновок необхідно робити, використовуючи лише надану інформацію!

У навчальних текстах з фізики речень такого типу чимало. І якщо учні не відповідають вірно на контрольне запитання, то це свідчить про існування певних проблем з розумінням подібних речень. Виникає потреба в організації цілеспрямованої роботи з усунення виявленого недоліку. Для цього учням пропонується розташувати назви речовин у послідовності збільшення густини, відбиваючи інформацію, подану у текстовій формі, на умовній осі густин. Першу частину речення ("Густина заліза менша за густину нікелю") можна перетворити у схему, що подана на рис. 2.3а.

Друга частина речення пов'язана з першою спільним підметом (густина заліза). Якщо його пов'язати з присудком, який міститься у другій частині речення, то отримаємо: "Густина заліза більша за густину алюмінію". Відповідна схема подана на рис. 2.3б.

Тепер неважко об'єднати отримані дві схеми в одну (рис. 2.3в), і відповідь на запитання можна просто "побачити". Створення вдалого просторового образу дозволило зробити очевидними співвідношення між густинами порівнюваних речовин.

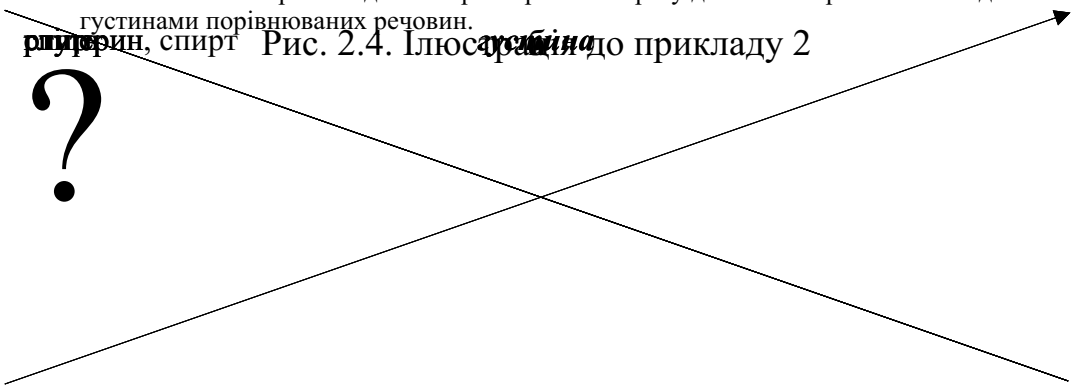


Рис. 2.4. Ілюстрація до прикладу 2

Спробуємо скористатися подібним прийомом у дещо складнішому випадку.

Приклад 2. Як густина спирту, так і густина гліцерину, менша за густину ртуті.

Яка з цих речовин має найбільшу, а яка — найменшу густину?

Висновок необхідно робити, використовуючи лише надану інформацію!

На відміну від попереднього прикладу, де інформація була подана з використанням двох термінів: "більше" та "менше", у розглядуваному реченні порівняння здійснюється за допомогою лише одного — "менше". У цьому плані воно має бути простішим для розуміння. Проте багатьом воно здається навіть заплутанішим, оскільки з наведеної інформації неможливо зробити висновок, яка з речовин має найменшу густину — спирт чи гліцерин. Хоча відповідь щодо найбільшої густини легко встановити за допомогою таких самих лінійних схем, як і у попередньому випадку.

Дійсно, з інформації, що міститься у розглядуваному реченні, не можна обрати один з трьох можливих варіантів, які подані на рис. 2.4. Але у кожному з них ртуть посідає вищу сходинку. Тобто можна зробити висновок щодо речовини, яка має найбільшу густину.

У даному завданні контрольне запитання стосувалося і найменшої густини. На цю частину запитання можна відповісти так: "З наведеної у реченні інформації немає можливості зробити висновок щодо речовини з найменшою густиною". Слід зазначити, що тут йдеться лише про розуміння змісту даного речення. Звичайно, учні можуть встановити, що густина спирту менша за густину гліцерину. Але для цього їм треба подивитися у довідник чи згадати відповідні дані.

Перейдемо далі до розгляду складних (за мовознавчою термінологією) речень. Вони, на відміну від простих, містять не менше двох граматичних основ. Ці речення умовно поділяють на складносурядні та складнопідрядні. Складносурядними є такі речення, частини яких рівноправні за змістом і пов'язані сурядним зв'язком за допомогою сполучників сурядності. Складнопідрядні речення мають нерівноправні за змістом частини, які поєднуються сполучниками підрядності чи сполучними словами.

Розглянемо докладніше складнопідрядні речення. Одна з частин таких речень є незалежною. Її називають головним реченням. Від головного речення можна поставити запитання до залежного речення, яке називають підрядним.

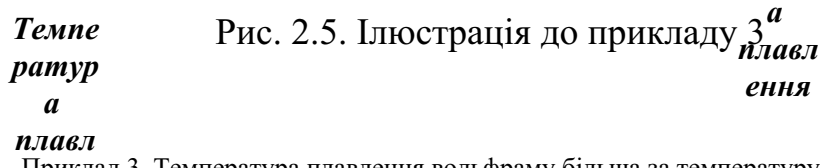


Рис. 2.5. Ілюстрація до прикладу 3

Приклад 3. Температура плавлення вольфраму більша за температуру плавлення золота, яка, у свою чергу, менша за температуру плавлення заліза.

Яка з цих речовин має найбільшу, а яка — найменшу температуру плавлення?

Висновок необхідно робити, використовуючи лише надану інформацію!

Тут головним є речення “Температура плавлення вольфраму більша за температуру плавлення золота”. До нього за допомогою сполучного слова “яка” приєднується підрядне речення. Його зміст можна передати таким простим реченням: “Температура плавлення золота менша за температуру плавлення заліза”.

Вставні слова “у свою чергу” в залежній частині вихідного складнопідрядного речення вказують, що з температурою плавлення заліза порівнюється температура плавлення золота, а не вольфраму.

Далі звернемося до побудови наочних образів двох простих речень, які ми отримали, та висновку з них (рис. 2.5).

Як бачимо, найменшою виявляється температура плавлення золота. Проте з’ясувати, яка з речовин має найбільшу температуру плавлення, лише за інформацією, що міститься у реченні, неможливо.

Розглянемо далі, як розбір речень за допомогою схем допомагає учням навчатися бачити синтаксичні помилки у фізичних текстах.

Приклад 4. В одному з підручників для 8-го класу можна знайти таке речення, в яке вкралася друкарська помилка (одна буква замінена іншою): “У цьому плані є й принципові труднощі: електрон поводить себе і як частинка (корпускула), яку можна уявити як кульку мікроскопічних розмірів, і як хвилю (хвильовий пакет)” [28].

Знайдіть із синтаксичних міркувань цю помилку і виправте її.

Ще раз підкреслимо, що цілеспрямована робота зі схемами речень особливо необхідна на першому етапі навчання фізики, коли прийоми роботи з текстами фізичного змісту в учнів ще несформовані. Згодом потреба у побудові таких схем у зовнішньому плані зникне — відбудеться перехід цієї дії у план внутрішній (розумовий). Але вони ще стануть у пригоді, коли треба наочно пояснити свою думку іншій людині, або в особливо складних випадках.

Цей приклад цікавий тим, що він адресований учням 8-го класу, які вперше зустрічаються з так званим корпускулярно-хвильовим дуалізмом. Їм ще складно орієнтуватися на фізичний зміст речення (тобто керуватися семантичними міркуваннями), але вони можуть спробувати проаналізувати синтаксичні конструкції , що містяться у запропонованому для розгляду реченні. У даному випадку доречною є підказка стосовно того, що одну букву треба замінити, а не переставити в інше місце. До цього зауваження ми ще повернемося.

Для виконання завдання корисно побудувати схему, що відображатиме ту частину речення, яка йде після двокрапки (див. рис. 2.6а). Після такого графічного подання синтаксичної структури речення стає очевидним, що конструкція “і як…, і як…” вимагає однакового узгодження відмінків іменників частинка і хвиля з дієсловом, яке керує ними.

Якщо б у завданні не було вказівки замінити одну букву, то можна було б отримати синтаксично правильну конструкцію, схема якої подана на рис. 2.6б, переставивши одну букву у вихідному реченні з одного місця на інше. Але у цьому випадку був би спотворений фізичний зміст, бо дуалізм корпускулярно-хвильовий, а не кульково-хвильовий. Для розуміння останнього речення зверніть увагу на розташування слів частинка (корпускула), хвиля (хвильовий пакет) і кулька у схемах, що порівнюються!

Приклад 5. В одному з підручників для 8-го класу є таке речення: “На основі численних спостережень за випромінюванням атомами водню світла Нільс Бор розвинув далі планетарну модель атома і показав, що радіуси орбіт електронів у атомі не можуть бути довільними, електрони у атомі можуть перебувати лише на так званих “дозволених” орбітах, які відповідають дискретним значенням їх енергії” [28].

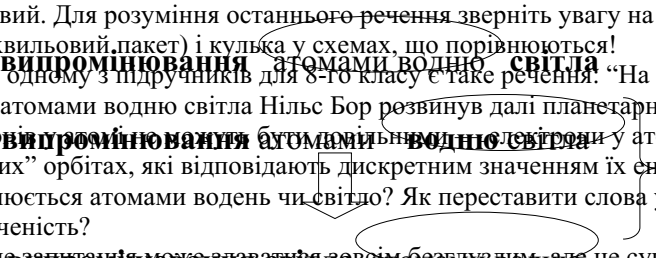


Рис. 2.7. Ілюстрація до прикладу 5

Що випромінюється атомами водень чи світло? Як переставити слова у реченні так, щоб зняти цю синтаксичну невизначеність?

Декому перше запитання може видатися зовсім безглуздим, але не сучасним школярам, бо для них слова атом і водень не поєднуються у словосполучення атом водню. На уроках хімії вони вчили Гідроген, а не водень. Тому для них і атом водню, і водень світла — практично однаково незрозумілі словосполучення.

Для оформлення цього речення у більш зрозумілій формі достатньо слово світло поставити безпосередньо після слова випромінювання. Така перебудова речення може бути подана у вигляді відповідної схеми (див. рис. 2.7).

Як бачимо, перенесення лише одного слова у реченні допомагає уникнути синтаксичної невизначеності , яка може породжувати у сучасних школярів безглузді (з точки зору старшого покоління) запитання. Після такої перебудови речення учні мають вже зрозуміти, що існують якісь атоми водню. А це може підштовхнути їх до власного маленького дослідження щодо історії термінів, які є спільними для хімії та фізики.

Отже, загальне завдання навчити учнів мови фізики не може бути зведене виключно до організації термінологічної роботи. Виявляється, що у школярів під час читання орієнтованих на них фізичних текстів виникають ускладнення не лише з новими термінами. Незвичними і складними для них є також деякі синтаксичні конструкції, які використовуються авторами цих текстів. Без спеціального ознайомлення зі специфічними синтаксичними засобами, які дозволяють на письмі висловлювати і обґрунтовувати фізичні ідеї, не можна сподіватися на успішну самостійну роботу учнів з підручником і додатковою навчальною та науково-популярною літературою.

2.3.2. Мова фізичних задач

Аналіз ключових слів-термінів та ілюстрацій в умовах фізичних задач як шлях до їх розв'язання. Розглянемо докладніше процес навчання учнів розв'язування фізичних задач, який є важливим засобом поєднання теорії з практикою. Перш за все звернемо увагу на важливість усвідомлення необхідності проведення учнями аналізу умов фізичних задач. На необхідність цього етапу під час навчання учнів розв'язування задач неодноразово вказувалося у методичній літературі [17; 31; 73; 141; 163]. Але його конкретизація вимагає подальшої, більш детальної розробки.

Так, Ю.П. Мінаєв звертає увагу на існування специфічної мови фізичних задач та висловлює ідею про доцільність проведення аналізу ключових слів в умовах фізичних задач [122]. Запропонований ним метод ключових слів отримав відповідну розробку в умовах фізико-математичного ліцею. Поява зазначеного методу пов'язана з існуванням певної задачної культури зі своєю специфічною мовою. На практиці це призводить до того, що учень, який має необхідні фізичні знання, не в змозі розв'язати певну шкільну задачу, бо не розуміє, що "приховується" за деякими словами умови. Тому виникає потреба у перекладі умови задачі зі специфічної мови, яка зрозуміла для "спеціаліста з розв'язування шкільних задач", на таку, що буде доступна для непосвяченого у цю культуру.

Йдеться про вельми складні фізичні задачі, в умовах яких у ролі ключових слів часто виступають і слова повсякденного лексикону. Але слід зазначити, що ключовими словами можуть бути також і фізичні терміни. Тому звернемо наш погляд на задачі, що пропонуються для розв'язування за програмою з фізики для загальноосвітніх шкіл. У цих задачах ключовими словами зазвичай є фізичні терміни. І це зрозуміло, бо такі задачі призначені для закріплення учнями відповідного теоретичного матеріалу. Отже, виникає необхідність у розробці методики навчання учнів розуміння саме ключових слів-термінів в умовах фізичних задач.

Учнів треба навчити "бачити" за ключовими словами-термінами в умовах задач головну ідею та відповідні рівняння, необхідні для її розв'язування. Тільки у цьому випадку можна сподіватися на їхні успіхи у подальшій самостійній роботі з розв'язування фізичних задач, у тому числі і олімпіадного рівня.

Початковий етап навчання учнів розуміння текстів умов фізичних задач може проводитися у формі виконання ними підготовчих вправ, у яких до тексту умови задачі додаються навідні запитання. Відповіді на них дозволять учням зрозуміти призначення ключових слів-термінів в умові конкретної задачі.

Вправа "Навідні запитання". Наведемо приклади запитань до задачі зі збірника різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики, затвердженого Міністерством освіти і науки України [44], які проілюструють пропонований методичний прийом.

Зазначимо відразу, що для розв'язування задачі можуть знадобитися знання понять, про які в умові безпосередньо не згадується. Отже, відповідні

Рис. 2.8. Вольт-амперна характеристика вакуумного фотоелемента (до зад. 1)

терміни можуть з’явитися у навідних запитаннях. Вони будуть орієнтувати учнів відносно того, який теоретичний матеріал їм потрібно пригадати. Крім того, запитання можуть стосуватися не лише вербальної складової умови задачі , а й ілюстрацій.

Задача 1. (№ 15.31 з [44]) На рисунку 2.8 показано вольт-амперну характеристику вакуумного фотоелемента, на катод якого падає світло з довжиною хвилі 450 нм. Знайдіть червону межу фотоефекту для матеріалу даного катода.

Ключові слова-терміни умови задачі: фотоефект, червона межа фотоефекту, вольт-амперна характеристика, вакуумний фотоелемент, катод, довжина хвилі.

Додатковий список понять, якими необхідно володіти для розв’язування задачі: робота виходу, рівняння Ейнштейна для фотоефекту, стала Планка, швидкість світла у вакуумі, енергія фотона, затримуюча різниця потенціалів, кінетична енергія електрона.

Навідні запитання:

1) Що таке “фотоефект”? Які величини входять до рівняння Ейнштейна для фотоефекту?

2) Як пов’язана енергія фотона з довжиною хвилі?

3) Що називають роботою виходу? Характеристикою чого вона виступає?

4) Що таке “червона межа фотоефекту”? Якою фізичною величиною вона характеризується?

5) Як знайти червону межу фотоефекту, якщо відома робота виходу?

6) Що таке “затримуюча різниця потенціалів”? Як знайти її з вольт-амперної характеристики?

7) Як знайти максимальну кінетичну енергію фотоелектронів, якщо відома затримуюча різниця потенціалів?

З’ясування кожного терміна та встановлення відповідних зв’язків між ними дозволяє багатьом учням самостійно отримати розв’язок. Розглянемо ще один тип мовних вправ, спрямованих на навчання учнів “бачити” зв’язок між ключовими словами-термінами задачі та відповідними рівняннями.

Вправа “Коментування математичної моделі задачної ситуації”.

Задача 2. Тілу маси , що лежить на довгій горизонтальній платформі нерухомого візку, надають швидкість уздовж платформи. Коефіцієнт тертя між тілом та платформою . Який шлях пройде візок до моменту, коли тіло зупиниться на ньому? Яка кількість теплоти виділиться при русі тіла вздовж платформи? Візок котиться по рейках без тертя. Його маса

За умовою цієї задачі складена система рівнянь:

Дайте відповіді на наступні запитання:

1. Як у рівняннях системи позначені: а) кінцева швидкість тіла; б) кінцева швидкість візка; в) шлях, що пройде візок; г) кількість теплоти, що виділилась?

2. У рівняннях системи символом позначено прискорення тіла чи візка ?

3. Яке з рівнянь системи є записом: а) другого закону Ньютона; б) закону збереження імпульсу; в) закону збереження енергії?

4. Яким чином у рівняннях системи враховано те, що: а) візок у початковий момент знаходився у стані спокою; б) у деякий момент часу тіло зупинилось на візку?

5. Для чого в умові говориться, що: а) платформа довга; б) платформа горизонтальна?

Звернемо увагу на те, що відповіді на запитання 1а і 1б однакові. Це може виявитися дещо несподіваним для деяких учнів. Але подібні "провокації", як свідчить наш досвід, дуже корисні для розвитку критичного мислення. Запитання 4а,б і 5а,б потребують більш розгорнутих відповідей ніж попередні.

Після усвідомлення учнями важливості ідеї ключових слів для успішного розв'язування задач вони мають потренуватися "чіплятися" до кожного слова-терміна в умові задачі. Для цього пропонуються завдання на складання систем рівнянь за умовами конкретних фізичних задач. Ставиться вимога докладно прокоментувати появу кожного рівняння. Спочатку вчитель демонструє зразки таких розгорнутих пояснень, потім допомагає учням будувати власні тексти доповідей з коментарями складених систем, а згодом можна вже і заслухати такі доповіді перед однокласниками (починаючи з малих груп).

Підкреслимо, що лише спостерігаючи за тим, як учитель розв'язує задачі, учням важко навчитися цієї справи. Згадаємо, що вказуючи на провідну роль навчання у розвитку особистості, Л.С. Виготський зазначав: " ...те, що сьогодні учень робить за допомогою вчителя, завтра зможе роботи самостійно" [41, с. 232].

Наведемо приклад розгорнутого пояснювального тексту до математичної моделі задачної ситуації на матеріалі теми "Електричне поле".

Задача 3. (№ 6.42 з [44]) Весь простір між пластинами плоского конденсатора займає парафінова пластинка. Ємність конденсатора 40 пФ, його заряд 2нКл. Яку роботу потрібно виконати проти сил електростатичного поля, щоб витягнути пластинку з конденсатора? Конденсатор відключений від джерела напруги.

Обґрунтування математичної моделі на основі аналізу ключових слів умови задачі. В умові зазначено,

що конденсатор плоский, отже можна скористатися формулою та встановити, що його ємність внаслідок витягування пластинки зменшиться в разів.

З інформації про відключення конденсатора від джерела напруги робимо висновок про незмінність заряду на його пластинах: Отже, енергія електростатичного поля конденсатора, яку можна знайти

за формулою , збільшиться у стільки разів, у скільки зменшиться ємність (тобто в разів).

А механічна робота, яку треба знайти за умовою задачі, дорівнює приросту енергії конденсатора:

. (2.5)

Розглянута задача має у збірнику [44] позначку про її високий рівень. Але вона, як бачимо, не вимагає від учнів використання специфічних методів розв'язування чи складних математичних перетворень. Її рівень може пояснюватися тільки відповідним "мовним" насиченням. Тому пропонована робота з ключовими словами -термінами у цьому випадку є доцільною, бо перетворює задачу високого рівня в усну вправу.

Зазначимо, що особливо корисним є розбір тих задач, розв'язок яких займає у збірнику з розв'язками кілька рядків, але на докладний аналіз на шкільному уроці може не вистачити і півгодини.

Наведемо конкретний приклад, який цікавий тим, що для написання адекватного рівняння, яке б було математичною моделлю, суттєвим виявляється наведене в умові задачі числове значення фізичної величини.

Задача 4. Знайдіть густину насиченої водяної пари при 100 °С [45, с. 71].

У спеціально проведеному дослідженні було встановлено, що на запитання: "Що таке насичена водяна пара?" учні часто дають такі невірні відповіді:

• насичена водяна пара — пара, яка насичена водяними крапельками;

• насичена водяна пара — це, коли молекули речовини рухаються з великою швидкістю і знаходяться на невеликій відстані одна від одної;

• насичена водяна пара — це означає, що в парі висока концентрація молекул води;

• насичена водяна пара — це значить, що її тиск дорівнює атмосферному.

Отже, треба детально зупинитися на ситуації, що розглядається у задачі.

Обґрунтування математичної моделі на основі аналізу ключових слів умови задачі. Пропонуємо учням звернути увагу на те, що зазначене в умові задачі числове значення температури не є випадковим. Це температура кипіння води саме при нормальному атмосферному тиску. А що таке кипіння? Тільки після детального обговорення цього питання стає зрозумілим, яким чином пов'язана залежність тиску насиченої пари від температури із залежністю температури кипіння від зовнішнього тиску. Виявляється, що вони пов'язані як взаємно обернені функції.

Залишається підставити значення тиску насиченої водяної пари, яке при 100 °С дорівнює значенню нормального атмосферного тиску, до рівняння Клапейрона-Менделєєва і знайти відношення маси пари до об'єму. То й буде шукана густина. А чи можна використовувати вказане рівняння до насиченої пари? І хоча в одному з шкільних посібників [54, с. 62] стверджується, що можна, пропонуємо учням розібратися з цим питанням.

З'ясовуємо, що рівняння Клапейрона-Менделєєва є рівнянням стану ідеального газу. А чи буде насичена пара ідеальним газом? Це залежить від температури. А саме від того, як далеко вона від критичної. Більш детальний аналіз цього питання і робота з таблицями приводять нас до висновку, що при 100 °С розбіжність між табличним значенням густини і обчисленим за відомим тиском через рівняння Клапейрона-Менделєєва не більше 2%. Але при температурі, що є критичною для води, експериментальне значення густини буде відрізнятися від підрахованого за рівнянням для ідеального газу аж у 4 рази!

Зрозуміло, що такий аналіз щодо ідеальності насиченої водяної пари не передбачався автором задачі, бо вся її суть полягала в тому, щоб без таблиць знайти густину цієї пари, спираючись на те, що 100 °С — це значення температури кипіння води при зовнішньому тиску, який дорівнює одній атмосфері. При цьому застосовність рівняння Клапейрона-Менделєєва (як це пропонується у [45]) не повинна була викликати сумнівів. Але, на наш погляд, не треба зводити розв'язування фізичних задач виключно до процесу одержання відповіді, що співпадає з тією, яка наведена у збірнику.

Наведемо інші приклади задач, які може й не такі глибокі за фізичним змістом, але добре, на наш погляд, ілюструють ідею ключових слів-термінів в умові.

Задача 5. (№ 4.59 з [44]) Температура повітря = 20 °С, точка роси = 8 °С. Знайти відносну вологість повітря.

Обґрунтування математичної моделі на основі аналізу ключових слів умови задачі. За означенням відносна вологість дорівнює помноженому на сто відсотків відношенню парціального тиску водяної пари , яка міститься в повітрі, до тиску насиченої пари при даній температурі: .

Якщо значення тиску насиченої пари можна знайти за допомогою таблиці залежності тиску насиченої водяної пари від температури, то звідки взяти значення парціального тиску водяної пари ? Очевидно, що для цього треба розуміти, що таке точка роси. Згадаємо, що на практиці відносну вологість можна знайти, наприклад, за допомогою конденсаційного гігрометра шляхом визначення точки роси, тобто температури, за якої водяна пара, що міститься в повітрі, стає насиченою. Найважливішим є те, що парціальний тиск водяної пари під час охолодження не змінюється. Тобто тиск насиченої водяної пари при точці роси дорівнюватиме парціальному тискові водяної пари, який ми позначили через , що міститься в



неохо
лодженому повітрі.

Таким чином, значення тиску , яке потрібно підставляти до кінцевої формули, знаходиться за тією самою таблицею, бо воно дорівнює значенню тиску насиченої водяної пари при точці роси.

Задача 6. Два однакових плоских конденсатори з'єднані послідовно і підключені до джерела постійної напруги U. У скільки разів зміниться напруженість поля в одному з конденсаторів, якщо в інший внести пластину з діелектричною проникністю так, щоб діелектрик заповнив увесь простір між обкладками конденсатора? Який заряд пройде при цьому через джерело, якщо ємність одного повітряного конденсатора C?

Обґрунтування математичної моделі на основі аналізу ключових слів умови задачі. З того, що конденсатори з'єднані послідовно, випливає, по-перше, що заряди на них однакові; по-друге, що сумарна напруга на конденсаторах дорівнює прикладеній різниці потенціалів.

Досвід показує, що перше твердження потребує окремого пояснення. Воно випливає з того, що сумарний заряд у тих межах, які позначені на рис. 2.9 штриховою лінією, під час зарядки буде залишатися нульовим.

Конденсатори однакові, відповідно їхні ємності теж однакові. Отже, , де q — заряд кожного конденсатора.

Після заповнення простору між обкладками одного з конденсаторів діелектриком його ємність збільшилася в разів і стала дорівнювати .

При цьому заряди на конденсаторах змінилися, але як і раніше вони залишаються рівними між собою. З того, що джерело залишилося підключеним, випливає, що сумарна напруга на двох конденсаторах не зміниться

. Тому можна записати: .

Напруженість поля в повітряному конденсаторі пропорційна зарядові на його обкладках, тому напруженість E зміниться у стільки ж разів, у скільки зміниться заряд: . Використовуючи отримані рівняння, маємо відповідь на перше запитання задачі: .

При заповненні одного з конденсаторів діелектриком заряд на позитивно заряджених обкладках збільшився від до . Отже, через джерело пройшов заряд . Остаточна відповідь на друге запитання задачі: .

Учні, які вийшли на відповідний рівень в оволодінні мовою фізичних задач, можуть самостійно працювати з посібниками, що містять готові розв'язки. В іншому випадку учням буде незрозумілим те, як автор посібника дійшов до того чи іншого розв'язку. Тоді, як свідчать проведені нами спеціальні спостереження, відбуваються спроби механічного запам'ятовування готових розв'язків, що не є бажаним [9].

Звернемо увагу на необхідність відповідної підготовки вчителів, спроможних продуктивно керувати творчою діяльністю учнів у цьому напрямку. З метою навчання майбутніх учителів специфічної мови фізичних задач був започаткований спецкурс "Мова фізичних задач", який з 2001-2002 навчального року введений до навчального плану фізичного факультету Запорізького національного університету. Студентам на конкретних прикладах демонструється, як увага до слів умови задачі дозволяє проаналізувати її таким чином, щоб виявити всі необхідні для розв'язування математичні співвідношення.

Зрозуміло, що такий підхід не відміняє розгляду спеціальних методів розв'язування фізичних задач. Але й тут ми постійно звертаємо увагу студентів на термінологію, яка використовується в цих методах.

Розглянемо далі один з прийомів розв'язування задач, який пов'язаний з перекладом інформації, що міститься в умові задачі, на мову просторових образів або навпаки — з графічної мови на мову слів та формул.

Роль мови геометричних образів у процесі розв'язування фізичних задач. У першому розділі нами було встановлено, що в процесі розв'язування фізичних задач відчуття розуміння з'являється в учнів тільки тоді, коли вони

здатні одночасно і уявити, і описати ситуацію, про яку йдеться. Тому необхідно пропонувати їм здійснювати переклад задачної інформації, яка подана словесно або за допомогою формул, на мову образів та навпаки. Це сприятиме осмисленню фізичної ситуації та зробить контрольованим хід розв'язування. Створення образів за словесним (або формульним) описом сприяє виникненню ідеї розв'язку фізичної задачі.

Розв'язування учнями фізичних задач дозволяє всебічно розкривати фізичні поняття, свідомо засвоювати терміни, набувати досвіду "бачення" фізичних залежностей тощо. Відповідь повинна отримуватися учнем тільки після усвідомлення задачі, а не механічно, коли він робить певні обчислення за відомим алгоритмом, не заглиблюючись у його суть. Формуванню такого "бачення" сприяють задачі, ілюстровані малюнками, графіками, схемами, діаграмами, фотознімками, а також ті з них, що вимагають побудувати "картинку" за певними даними в умові, поданими мовленнєвими структурами [19; 24; 135].

Кожна фізична задача для учня має бути джерелом його розвитку. Але всі етапи розв'язування певної фізичної задачі — від формулювання проблеми (запитання) до отримання розв'язку (відповіді) — повинні включати як словесні, так і образні компоненти. Задача — це стартова фаза, що задає вектор розумовому процесу [36, с. 143]. Розв'язування задачі спрямоване на пошук ймовірно вірного варіанту зближення та узгодження аналітико-символьного та графічного подання шуканих у ній відношень. Саме у цьому полягає специфіка розумового процесу з розв'язування задач , зокрема фізичних.

Формулювання умови задачі досить часто містить у собі неузгодженість аналітичного та графічного способів вираження поданих у ній відношень. Тоді процес розв'язування задачі полягає у досягненні оборотного перекладу цих відношень з мови одновимірних структур (ключових слів-термінів в умові, певної комбінації символів) на мову просторових образів (формул, рисунків, графіків фізичних процесів тощо). Ця двостороння реалізація зазначеного перекладу є свідченням осмислення знайденого відношення та отримання вірної відповіді.

Отже, організація мовної роботи під час розв'язування фізичних задач сприятиме не тільки розумінню учнями явищ природи, а й розвиткові їхнього мислення.

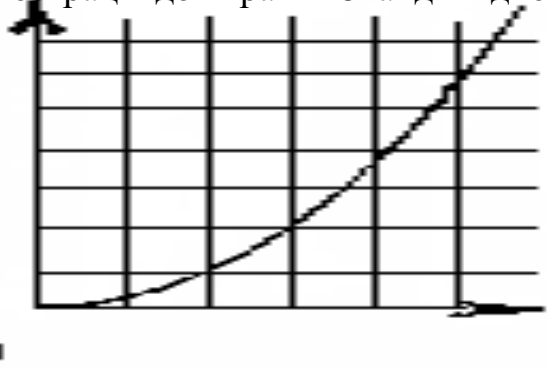
На початку навчання учнів перекладу задачної інформації з мови слів, яка міститься в умовах фізичних задач, на мову образів, поданих у вигляді графіків та рисунків, доцільно організувати тренування учнів у перекладі відповідної словесної чи символьної інформації у графічну. Для цього пропонуємо використовувати вправи, подібні до наступних.

Вправа „Уяви та назви". Як з математичної точки зору називається лінія, яка є ...

1. ... траєкторією руху електрона між пластинами плоского зарядженого конденсатора, якщо він влітав паралельно до них? 2. ... траєкторією руху електрона, що влетів в однорідне магнітне поле паралельно до ліній магнітної

індукції? 3. ... траєкторією штучного супутника Землі, який рухається зі швидкістю 10 ? 4. ... траєкторією матеріальної точки, для якої ? 5. ... графіком залежності руху для матеріальної точки, що рухається за швидкістю по колу ? 6. ... графіком ізотермічного процесу для ідеального газу в – координатах? 7. ... графіком залежності потенціальної енергії взаємодії двох точкових зарядів від відстані між ними? 8. ... графіком залежності напруженості гравітаційного поля всередині однорідної кулі від відстані до її центра? 9. ... графіком залежності від часу координати тіла, що здійснює гармонічні коливання? 10. ... графіком залежності від часу горизонтальної координати матеріальної точки, якій надали швидкість під кутом до горизонту?

Рис. 2.10. Ілюстрація до вправи “Знайди відповідність”



Вправа “Знайди відповідність”.

• Позначте правильні продовження фрази.

Наведений рисунок (рис. 2.10) може бути графічним поданням залежності…

а) …енергії електричного поля конденсатора від заряду на його обкладках;

б) …густини енергії електричного поля від його напруженості;

в) …напруги на кінцях резистора з незмінним опором від сили струму ;

г) …напруженості електричного поля точкового заряду від відстані до нього;

д) …напруги між обкладками конденсатора від значення заряду на ньому;

е) …напруженості електричного поля ззовні рівномірно зарядженої кулі від відстані до її центра;

ж) …потужності виділення теплової енергії на резисторі від напруги на ньому при постійному струмі.

Поповнити “банк” завдань, подібних до наведеного, можна за допомогою використання різних елементарних функцій, а також словесного опису різноманітних фізичних залежностей, що вивчаються у шкільному курсі фізики.

Вправи “Знайди відповідність” можуть мати також характер відкритого тесту. У цьому випадку вони не міститимуть переліку можливих відповідей. Наведемо конкретний приклад.

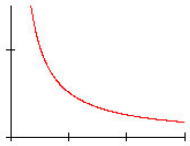
• Вкажіть назву та одиницю фізичної величини, якій відповідає запропонований вираз:

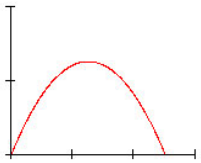
, , , , , , , , .

Зразок: , кінетична енергія матеріальної точки масою , що рухається зі швидкістю .

Зрозуміло, що такі завдання можна складати у великій кількості. Розглядуваний тип вправ може мати комбінований характер: лише частина відповідей обирається із запропонованого переліку. Наприклад:

• Вкажіть номери рисунків з графіками і запишіть формули (див. табл. 2.2), які можуть відповідати вказаними залежностям:


Рис.1


Рис.2

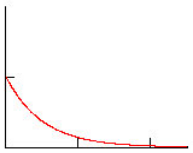
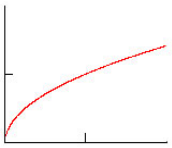
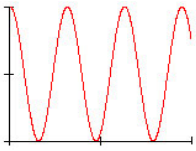

Рис.3


Рис.4


Рис.5


Рис.6

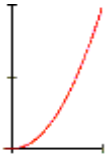
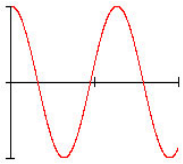

Рис.7


Рис.8


Рис.9


Рис.10

Наведені приклади вправ в основному бралися з нашого банку завдань для контролю рівня підготовки з фізики випускників середньої школи. Тому окреме завдання може охоплювати декілька тем шкільної програми. Зазначимо, що такі комплексні завдання дозволяють учителю досить швидко виявляти прогалини у знаннях учнів з метою організації цілеспрямованої допомоги.

Таблиця 2.2

Бланк для відповідей на завдання вправи “Знайди відповідність”

№	Залежність	Рис.	Формула
1	2	3	4
1	тиску ідеального газу від об’єму при ізотермічному розширенні		
2	потенціалу електростатичного поля точкового позитивного заряду від відстані до нього		
3	опору металевого дроту від його довжини		
4	потужності змінного гармонічного струму від часу		

5	горизонтальної проекції швидкості від часу для тіла, кинутого під кутом до горизонту		
6	енергії електричного поля конденсатора від часу при гармонічних коливаннях в контурі		
7	кінетичної енергії тягарця пружинного маятника від часу при гармонічних коливаннях		
8	потенціальної енергії пружини від її видовження		
9	вертикальної координати від горизонтальної для тіла, кинутого під кутом до горизонту		
10	періоду малих коливань математичного маятника від його довжини		

Наразі звернемося до традиційних задач, процес розв'язування яких може значно спрощуватися, якщо учні вже навчилися досить швидко створювати просторові образи за текстом умови задачі.

Задача 7. (№ 1.32 з [44]) Який шлях пройшло тіло за 15 с при рівноприскореному русі, якщо його початкова швидкість 20 м/с, а прискорення, що дорівнює 4 м/с2, напрямлене протилежно до початкової швидкості?

Учні часто невірно розв'язують цю задачу, використовуючи кінематичну формулу для проекції переміщення: . І коли ця формула дає від'ємне значення , вони зовсім відмовляються від будь-яких подальших дій, бо сприймають як шлях, а не проекцію переміщення.

Пропонуємо їм "побачити" фізичну ситуацію задачі, зробивши переклад її умови на мову образів, а саме: побудувати графік залежності проекції швидкості тіла від часу (рис. 2.12). Тоді стане очевидним те, що через певний час швидкість тіла буде дорівнювати нулю, тобто тіло зупиниться, а потім воно почне прискорено рухатися, але у зворотний бік. А шлях, який треба знайти за умовою задачі, визначиться як сума , де — шлях, що пройшло тіло до зупинки, а — шлях, що пройшло тіло , рухаючись у зворотному напрямку.

Рис. 2.13. Ескіз графіків для двох тіл (до зад. 8)

Далі, користуючись графіком, легко скласти систему рівнянь для знаходження і :

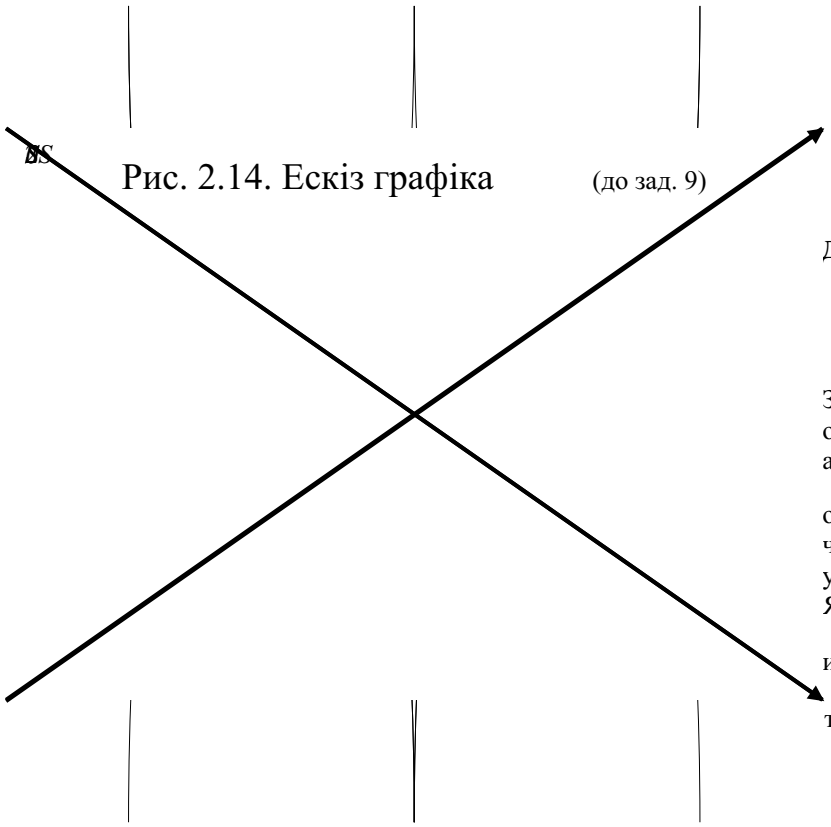


Рис. 2.14. Ескіз графіка (до зад. 9)

де ,

.3 с,

.

З
вертик

початк
який
початк

познач

(=3 с)

Задача 8. (№ 1.58 з [44])
однієї точки з інтервалом 3 с
ально вгору кидають два тіла з

овою швидкістю Через
час вони зустрінуться після
у руху першого тіла?
Якщо шукану величину

ити через , а відомі — через

та то відповідь

фактично усно можна отримати, побудувавши ескізи графіків залежностей вертикальних координат обох тіл від часу (рис. 2.13).

Задача 9. (№1.2.20 з [74]). Тіло починає рухатися із точки А і рухається спочатку рівноприскорено протягом часу t0, потім рухається із тим самим за модулем, але протилежним за напрямком, прискоренням. Через який час від початку руху тіло повернеться в точку А?

Ескіз графіка залежності проекції швидкості тіла від часу (див. рис. 2.

14) робить відповідь задачі очевидною:

Під час навчання учнів мови фізичних задач ми ставимо за мету розвинути здібності учнів, щоб у майбутньому вони змогли розв’язувати задачі самостійно. Одним із напрямків такої роботи з розвитку учнів є залучення їх до пошуково-творчої діяльності. Так, найбільш підготовлені учні під нашим

керівництвом брали участь у створенні відповідних методичних матеріалів та захищали їх на учнівських конкурсах.

У 2001-2002 навчальному році десятикласник Запорізького ліцею № 105 м. Запоріжжя Юрій Селезньов (вчитель фізики — Ю.П. Мінаєв) посів перше місце на обласному етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідних робіт школярів — членів МАН. Мета його роботи “Мова фізичних задач” полягала у розробці методичних матеріалів, необхідних для організації навчання учнів мови фізичних задач.

У 2002-2003 навчальному році учень 11 класу цього ж ліцею Ігор Сабо (вчитель фізики — Ю.П. Мінаєв) посів друге місце на обласному етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідних робіт школярів з тематикою “Геометричні образи при розв’язуванні задач з кінематики”. Він проаналізував задачі з кінематики, виокремив ті з них, розв’язування яких істотно спрощуються при використанні геометричних образів, та написав докладний текст з розв’язками.

У 2002-2003 навчальному році ця ідея отримала подальший розвиток. Учениця 11 класу цього ж ліцею Олена Тихомирова (вчитель фізики — С.Ю. Білоус) посіла третє місце на обласному етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідних робіт школярів з тематикою «Образні структури при розв’язуванні фізичних задач з теми “Коливання і хвилі”». Вона розглянула різні типи задач з теми “Електромагнітні коливання”, які вимагають знання мови геометричних образів. У її роботі були представлені докладні розв’язки задач цих типів.

Організація обговорення головної ідеї та плану розв’язування фізичної задачі. Розглянемо докладніше методику організації обговорення з учнями головної ідеї та розгорнутого плану розв’язку фізичної задачі на конкретному прикладі з теми “Фізика атома та атомного ядра”.

Учні при цьому займають активну позицію, звертаючи особливу увагу на головну ідею, бо без цього неможливо утримати в пам’яті весь план розв’язку.

Задача (№ 16.43 з [44]). Протон з кінетичною енергією 5,0 МеВ налітає на нерухоме ядро . У результаті реакції вилітають дві -частинки з однаковими енергіями. Знайдіть кут між напрямками руху - частинок.

Коментар. Учитель починає обговорювати з учнями підхід до розв’язування цієї задачі. Він зазначає, що перш за все треба зробити аналіз фізичної ситуації та визначитися з рівняннями, які її описують.

Текст діалогу. Вчитель (В): Для того, щоб записати рівняння, що описують рух частинок, про які йдеться в умові задачі, треба відповісти на запитання: “Ці частинки релятивістські чи нерелятивістські?”. Від цього залежатиме вигляд рівнянь, які будуть використовуватися для розв’язку. Протон, який налітає на нерухоме ядро, є релятивістською чи нерелятивістською частинкою?

Учень (У1): А в чому полягає різниця між ними?

У2: Релятивістські частинки мають швидкості, близькі до швидкості світла, на відміну від нерелятивістських, швидкості яких набагато менші.

В: Підказка: щоб відповісти на поставлене запитання треба порівняти енергію спокою частинки з її кінетичною енергією. Поясніть — чому?

У1: Чим більша швидкість руху частинки, тим більша її кінетична енергія. І якщо ця енергія, наприклад , буде набагато менша за енергію спокою, яка розраховується за формулою , то можна зробити висновок, що швидкість руху частинки буде набагато менша, ніж швидкість світла у вакуумі .

В: Гаразд. Давайте зробимо відповідне порівняння за допомогою розрахунків. Нагадую, що наприкінці збірника завдань міститься додаток з фізичними сталими. У ньому є інформація про енергію спокою протона, а також інші необхідні дані.

У1: За табличними даними ця енергія набагато більша за кінетичну, що задана в умові (938,26МеВ>> 5МеВ). Отже, можна зробити висновок, що протон у даній задачі нерелятивістський.

В: Треба ще з’ясувати, чи відбувається ядерна реакція? Якщо так, то треба буде визначитися, збільшується кінетична енергія розглядуваної системи чи зменшується?

У2: В умові задачі йдеться про зіткнення протона з нерухомим ядром літію , у результаті якого з’явилися дві -частинки. Це і є ядерною реакцією за означенням.

В: Чи вистачить для розв’язку задачі використання тільки закону збереження енергії?

У2: У задачах з механіки на зіткнення тіл ми завжди використовували поряд з законом збереження енергії закон збереження імпульсу.

В: Вірно, треба записати також закон збереження імпульсу. Причому модуль імпульсу раціональніше попередньо виразити через кінетичну енергію.

У1: Чи вірно я зрозумів хід розв'язку? По-перше, необхідно з'ясувати, збільшиться чи зменшиться кінетична енергія системи в результаті ядерної реакції, та не забути врахувати це, записуючи закон збереження енергії. По-друге, треба записати закон збереження імпульсу, використовуючи значення кінетичних енергій частинок.

В: Так. Чи є запитання щодо реалізації цього плану?

У3: Як розраховується зміна кінетичної енергії системи?

В: Хто може відповісти на це запитання?

У1: Для цього застосовується формула , де — різниця мас частинок, які вступили до реакції, та тих, що утворилися в її ході.

Але перед тим, як почати робити розрахунки, треба обов'язково визначити, які частинки брали участь у ядерній реакції.

У2: До реакції існували протон та ядро літію . У результаті реакції утворилися дві -частинки.

У3: Рівняння, що відбиває ідею закону збереження енергії, матиме такий вигляд: , бо кінетичні енергії -частинок однакові.

В: Вірно. А як буде виглядати закон збереження імпульсу, записаний через значення кінетичних енергій?

У2: Спочатку треба згадати, як пов'язані між собою кінетична енергія та імпульс частинок.

У1: За формулою E=p2/2m.

У2: Ага, тоді . Але закон збереження імпульсу треба писати у векторному вигляді, а нам невідомі напрямки векторів імпульсів -частинок.

В: Сумарний імпульс системи до взаємодії мав певний напрямок. Він співпадав з напрямком руху протона, бо ядро, з яким він зіткнувся, не рухалося. Після взаємодії сумарний імпульс системи не змінився. Тому можна стверджувати, що вектор імпульсу протона до взаємодії і вектори імпульсів - частинок після взаємодії знаходяться в одній площині. Який висновок з цього можна зробити щодо проекцій імпульсів - частинок на напрямок, перпендикулярний до початкового імпульсу системи?

У3: За законом збереження імпульсу сума проекцій імпульсів на цей напрямок повинна дорівнювати нулю, бо система не мала імпульсу у цьому напрямку. Отже, проекції імпульсів -частинок на цей напрямок рівні за модулем та протилежні за знаком.

В: Тому можна стверджувати, що частинки розлітаються під однаковими кутами до напрямку руху протона. Позначимо через кут розльоту -частинок. Як тоді записати суму проекцій їх імпульсів у зазначеному напрямку?

У3: У зв'язку з тим, що енергії -частинок однакові, їх імпульси за модулем також будуть однакові:

. А сума проекцій імпульсів на напрямок руху протона буде складати

.

Коментар. Учням пропонується продовжити розв'язувати задачу самостійно. Але їм надається можливість поставити вчителю запитання про будь-який крок у розв'язку, що викликав певні труднощі. Таким чином, вчитель вчасно приходить на допомогу.

У2: У мене є питання щодо визначення різниці мас частинок, які вступили до реакції, та тих, що утворилися в її ході. Я не знаю, де знайти масу - частинки?

В: - частинка — це ядро атома гелію . Отже, треба звернутися до відповідної таблиці у додатках до збірника завдань.

У2: У таблицях збірнику значення мас ядер відсутні. Є тільки таблиця мас атомів деяких ізотопів.

В: Уважно подивіться на цю таблицю. У дужках після її заголовку є інформація щодо визначення маси ядра: можна відняти від маси атома сумарну масу його електронів.

Коментар. Це твердження треба додатково обґрунтувати. Але не зараз, бо важливо не втратити лінію розв'язку.

Багато учнів починає визначати кількість електронів в атомі гелію та літію задля того, щоб визначити відповідні маси ядер. Але можна зрозуміти, що це не обов'язково робити у даній задачі. Дійсно, якщо у формулі для розрахунку різниці мас частинок, які вступили до реакції, та тих, що утворилися в її ході, замінити

маси ядер масами відповідних атомів, то відповідь, як легко збагнути, не зміниться. Масу протона при цьому

треба замінити масою атома . Буде добре, якщо вчитель потім особливо відмітить тих, хто зробив це “відкриття” самостійно.

Учні записують рівняння для визначення різниці мас у такому вигляді: .
Далі підставляють числові значення і отримують відповідь:

(а.о.м.)

Для розрахунку енергетичного виходу ядерної реакції вчитель пропонує скористатися коефіцієнтом пропорційності між одиницями маси й енергії, що міститься у додатках до збірника. Це значно скорочує розрахунки. Але бажано також надати можливість учням дійти до цього самостійно.

Школярі отримують таке значення енергетичного виходу:

EMBED Equation.3 (МеВ).

Далі розв’язується система рівнянь, у якій значення вже вважається відомим:

Багато учнів потребують допомоги вчителя. Він надає її кожному в міру потреби.

З першого рівняння системи учні знаходять енергію -частинок і підставляють у друге рівняння системи. Потім виражають шуканий кут :

Тут треба звернути увагу учнів на те, що в останню формулу доречно підставляти наближені значення

і . В атомних одиницях маси вони дорівнюватимуть кількості нуклонів, з яких складаються ці

частинки, тобто для протона а.о.м., а для -частинки а.о.м.

Зазначимо принагідно, що значення мас та енергій у даному випадку не треба переводити у СІ, бо перевідні коефіцієнти все одно б скоротилися.

Задача вже розв’язана, але існує питання, до якого доцільно повернутися: “Як обґрунтувати твердження, що міститься у додатках до збірника, про те, що для визначення маси ядра можна відняти від маси атома сумарну масу його електронів?”.

У1: Атом складається з ядра та електронів. Зрозуміло, що маса цілого дорівнює масі його складових. Отже, маса атома дорівнює сумі мас ядра та всіх електронів в атомі.

В: Чому тоді сума мас нуклонів у ядрі не дорівнює сумі мас цих нуклонів, але взятих окремо?

У2: Бо існує певний зв’язок частинок в ядрі. Для того, щоб його “розірвати” треба виконати роботу проти ядерних сил, які утримують нуклони у ядрі.

В: А чи немає подібного зв’язку між електронами та ядром в атомі?

У1: Дійсно, негативно заряджені електрони повинні притягуватися позитивно зарядженим ядром і відштовхуватися між собою. Тому треба враховувати цей зв’язок.

В: Давайте зробимо оцінку для енергії зв’язку електрона з ядром атома. Для цього корисно пригадати, яку роботу треба виконати, щоб іонізувати, наприклад, атом водню?

У3: Коли ми розглядали схематичне зображення енергетичних рівнів атома водню, найнижчий рівень відповідав значенню — 13,6 еВ. Отже, для іонізації з основного стану електрону потрібно надати енергію 13,6 еВ.

В: У скільки разів відрізняється ця енергія від енергії спокою електрона?

У1: За табличними даними енергія спокою електрона дорівнює 0,5 МеВ. Отже, енергія зв’язку електрона з ядром набагато менша за енергію спокою електрона. Ось і виходить, що нею можна знехтувати.

Запропонований спосіб організації уроку розв’язування задач високого рівня, на наш погляд, є більш дієвим, ніж традиційний, коли розв’язок отримує вчитель, або один учень біля класної дошки під його безпосереднім керівництвом.

Перевага, на наш погляд, полягає у можливості визначити загальний напрямок розв’язування задачі в цілому. Це є важливим з точки зору сприйняття процесу розв’язування не як послідовності майже не пов’язаних між собою кроків, а як усвідомлення фізичної сутності явищ, що згадуються в умові. Учень, який достатньо уважно слідкує за ходом такого уроку, та ще й бере активну участь в обговоренні, краще усвідомить і

теоретичний матеріал, бо цілеспрямовано застосовує його при розв'язуванні задачі. Це допоможе учневі у майбутньому розв'язувати задачі самостійно.

2.3.3. Мова фізики в системі шкільного фізичного експерименту

Для того, щоб шкільний фізичний експеримент не перетворювався на формальний ритуал та виконував свою функцію потужного засобу навчання, необхідна розробка завдань, спрямованих на забезпечення розуміння учнями зв'язку теоретичних знань і практики, розуміння сутності експериментальних методів, будови та принципу роботи приладів. Учні мають засвоїти відповідну мову, що органічно поєднує у собі номенклатуру, специфічні терміни та символи, схеми та зображення обладнання, навчитися користуватися нею під час планування та проведення експерименту, а також при обробці отриманих експериментальних результатів.

Проведення фізичного експерименту, вимагає від учнів таких "мовних" знань та вмінь:

- **знання номенклатури, зокрема знання назв фізичних приладів;**
- **знання умовних позначень приладів на схемах;**
- **знання одиниць величин, що вимірюються конкретними фізичними приладами, та умовні позначення цих одиниць;**
- **вміння будувати схеми експериментальних установок;**
- **вміння подавати у вигляді таблиць і графіків результати експерименту тощо.**

Як бачимо, навчальна діяльність з проведення учнями фізичних експериментів за своєю структурою багатокомпонентна.

Систематична робота, що спрямована на свідоме оволодіння учнями мовою фізики, дозволить їм якісно засвоїти шкільний курс фізики та використовувати набуті знання на практиці. Під час навчання мови фізики треба звернути увагу на необхідність створення в учнів необхідної кількості різноманітних предметних образів з одночасним формуванням у них відповідних мовленнєвих структур.

Саме у процесах побудови образів, які необхідні для організації процесу фізичного мислення учнів, виключного значення набуває фізичний експеримент. Система шкільного фізичного експерименту охоплює демонстраційні досліди, лабораторні роботи, фізичні практикуми, експериментальні задачі, домашні досліди і спостереження, виготовлення моделей і приладів.

Навчальний фізичний експеримент як джерело пізнання й один із методів навчання фізики міцно укріпився у вітчизняній загальноосвітній середній школі. Сьогодні немає потреби доводити будь-кому переваги навчання фізики із широким застосуванням експерименту. Процес розвитку й удосконалення цього методу навчання продовжується: відбувається розробка окремих проблем застосування фізичного експерименту в процесі навчання фізики; уточнюються загальнодидактичні проблеми методики та техніки навчального фізичного

експерименту; розробляються методичні засади його комп'ютеризації та ін .

Отримані результати у цьому напрямку свідчать про те, що ефективність засвоєння навчального матеріалу значно підвищується при підкріпленні словесних пояснень учителя відповідними демонстраціями. Тут розкривається перспектива звернення уваги учнів на ті обставини, які необхідні для розуміння суті навчального матеріалу. Матеріал, проілюстрований певними демонстраціями та одночасно пояснений за допомогою слів та формул, дає учням інструмент для формулювання власних думок на фізичні теми. Слід зазначити, що на початку вивчення фізики учні вже мають набір чуттєво-наочних образів, які виникли у ході набуття буденного досвіду. Однак цей досвід має безсистемний характер та є недостатнім. Демонстраційний експеримент та лабораторні роботи повинні збагатити чуттєві знання учнів, сприяти створенню в них чітких наочних образів.

Шкільний фізичний експеримент розкриває широкі можливості для організації розумової діяльності учнів. Коли образи, що виникають в учнів під час наукових спостережень, вступають у протиріччя з їхніми попередніми уявленнями, то створюється проблемна ситуація, яка є початковим моментом у процесі мислення. Проблемна постановка демонстрацій робить процес навчання фізики змістовнішим та глибшим. Використання проблемних ситуацій дозволяє здійснювати тренування мислення учнів та сприяє його розвитку.

Аналізуючи результати проблемного досліду, вчитель повинен уявляти можливий хід думок учнів із розв'язання проблеми та керувати їхньою пізнавальною діяльністю. У разі потреби доцільно повторити словесне формулювання проблеми, схематично записати на дошці основні моменти досліду, підкріпити образи, що виникли, відповідними демонстраціями. Тільки у поєднанні слів та відповідної наочності ми вбачаємо шлях до розв'язання проблеми формування міцних і дієвих знань з фізики.

Слід зазначити, що учнів необхідно спеціально готувати до сприймання демонстрацій та виконання експерименту. Взагалі шкільний фізичний експеримент є складною діяльністю, яка вимагає відповідної попередньої підготовки. Ідея того чи іншого досліду і одержані результати повинні бути зрозумілими учням. Необхідно прагнути до індивідуалізації змісту роботи учнів з урахуванням особливостей їхніх розумових процесів.

У контексті теорії Л.М. Веккера зрозуміло, що учитель має показувати учням та обговорювати з ними схеми експериментального обладнання, всі його складові, звертати увагу на вимірювальні прилади. Кращі результати експериментальної роботи можна отримати за умови організації тренування учнів у перекладі інформації, що надається вчителем словесно або у письмовій формі у вигляді інструкцій, на мову просторових образів (графіків, схем, зображень тощо) та навпаки. Саме це забезпечить успішну реалізацію розумових дій учнів. Така робота може бути організованою у вигляді підготовчих вправ, що спрямовані на засвоєння учнями знань та вмінь, необхідних для подальшого свідомого сприймання демонстрацій з фізики чи виконання лабораторних робіт.

Вправа "Мовна підготовка до експерименту". Ідея цієї вправи полягає у формуванні в учнів зв'язку між різними знаково-символічними засобами, що виконують функцію замісників реальних вимірювальних приладів, які застосовуються у фізичному експерименті. Іншими словами вправа налагоджує зв'язок між зображенням (фотографією) приладу та його назвою, умовним позначенням, а також з іншими знаково-

символічними засобами, що мають відношення до нього.

Текст завдання до фотографії (рис. 2.15):

1) Як називається прилад, зображений на фотографії?

2) Яке його схематичне позначення на електричній схемі?

3) Яку фізичну величину він вимірює?

4) Яка одиниця цієї величини?

5) Як треба вмикати цей прилад в електричне коло?

6) Яка ціна поділки приладу?

7) Яка межа вимірювання?

8) Яке значення вимірюваної величини на момент, зафіксований на фотографії?

Метою шкільного фізичного експерименту є не тільки забезпечення свідомого засвоєння учнями наукових фактів, законів, теорій, а й формування в них експериментальних умінь і навичок. Під останніми розуміється система розумових і практичних дій, потрібних для дослідження фізичного об'єкта (фізичної системи, її стану та процесів, що в ній відбуваються) [42, с. 6].

Під час формування зазначених умінь та навичок значна роль належить мові фізики. Лише за допомогою її словесних та образних компонентів учні зможуть сформулювати мету дослідження, висунути гіпотезу про існування зв'язків між фізичними величинами, що характеризують об'єкт дослідження, теоретично обґрунтувати обраний метод дослідження, спланувати експеримент, отримати і обробити експериментальні результати, оформити звіт про виконану роботу (скласти необхідні таблиці, накреслити графіки, сформулювати висновки тощо).

Учнів слід спеціально готувати до кожного із зазначених етапів фізичного експерименту. У зв'язку з тим, що на виконання лабораторної роботи відводиться обмежений час, доцільно заздалегідь здійснювати перевірку опорних знань учнів та їх корекцію у разі необхідності. Для цього пропонуємо застосовувати вправи на зразок попередньої (підготовчої), але у формі тесту з вибором відповіді.

Наприклад, у лабораторній роботі "Вивчення явища електромагнітної індукції" використовується прилад, що зображений на фотографії (див. рис. 2.16). Тут доречною буде така вправа.

Вправа "Діагностика готовності".

1. На фотографії (рис. 2.16) зображений:

а) гігрометр; б) генератор; в) гальванометр.

2. Схематичне його позначення має такий вигляд:

а) б) в) .

3. Його можна застосовувати:

а) тільки як амперметр, б) тільки як вольтметр;

в) у залежності від умов і як амперметр, і як вольтметр.

4. У шухляді кожуха цього приладу знаходяться:

а) набір реостатів; б) набір конденсаторів; в) набір шунтів та додаткових опорів.

5. Дія приладу ґрунтується на...:

а) ... зміні опору напівпровідника під дією світла; б) ... взаємодії рухомого контуру струму з магнітним полем постійного магніту; в) ... зміні температури провідника під час проходження електричного струму.

У сучасних умовах учням корисно пропонувати робити фотографії, використовуючи при цьому можливості мобільних телефонів з відеокамерами або цифрових фотокамер, та самостійно складати завдання до них. Наш досвід переконує, що багато учнів відгукується на пропозицію скласти завдання до зроблених власноруч фотографій.

Під час проведення фронтальних лабораторних робіт учні повинні грамотно оформляти отримані результати. Отже, проведення *мовної роботи* має передбачати навчання учнів виконувати необхідні записи та рисунки у зошитах для лабораторних робіт. Рисунки повинні розкривати сутність зображуваного і у той же час бути достатньо простими, схематичними. Їх треба

виконувати швидко та чітко, переважно від руки, з необхідними словесними поясненнями. При цьому треба дотримуватися стандартних умовних позначень приладів та інших об’єктів.

Окрема увага повинна приділятися оформленню таблиць отриманих значень фізичних величин, побудові графіків залежностей досліджуваних величин, формулюванню висновків тощо.

Слід зазначити, що недоступність деяких фізичних об’єктів та явищ безпосередньому спостереженню в навчальних умовах викликає необхідність їх вивчення за допомогою моделей.

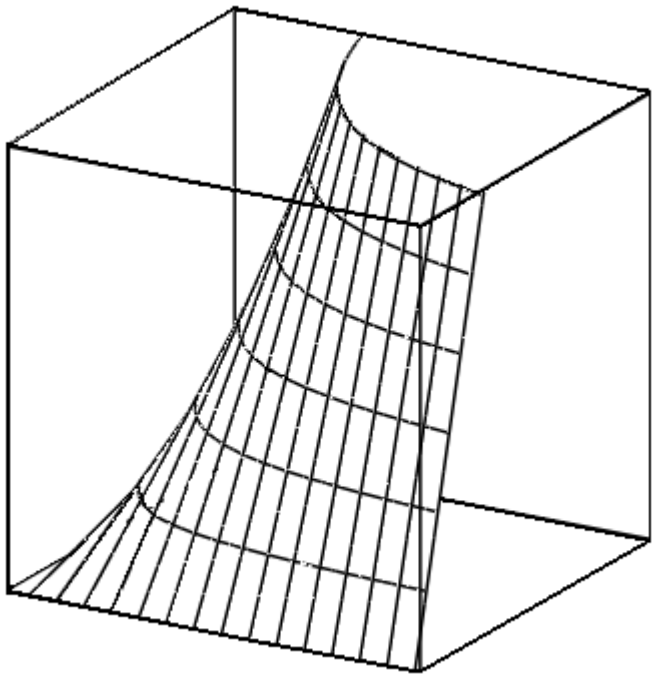
Моделі не просто надають можливість для створення образів об’єктів. Вони створюють образи найбільш суттєвих ознак цих об’єктів. Всі інші властивості, які не є суттєвими в даному випадку, відкидаються. Таким чином, в учнів створюється узагальнений образ об’єкта, що моделюється.

Доцільним є залучення школярів до власноручного створення моделей фізичних об’єктів і простих фізичних приладів за їх словесним описом. Так, учням восьмих класів можна пропонувати проведення домашніх експериментів, що передбачають створення саморобних електроскопів, електромагнітів тощо за відповідними словесними поясненнями.

Найкращих учнів можна підключати до розробки більш складних моделей. Так, у 2005-2006 навчальному році під нашим керівництвом ученицею 10 класу Запорізької гімназії № 28 Зоєю Курмак (вчитель фізики — А.М. Андрєєв) розроблялася модель поверхні, що описується рівнянням стану ідеального газу: .

Спочатку для моделювання цієї поверхні було застосовано комп’ютерну програму Mathcad (див. рис. 2. 17). Образ потрібної поверхні створювався з використанням системи ізотерм та ізобар. Однак таку саму поверхню можна зробити наочною і за допомогою ізобар та ізохор (див. рис. 2.18).

Побачивши, як виглядає поверхня на екрані комп’ютера, було вирішено, що застосування відповідної матеріальної моделі у навчальному процесі може суттєво полегшити сприйняття учнями молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу.





Р
ис. 2.17. Залежність
, що
побудована за
допомогою програми
Mathcad шляхом візуалізації ізотерм та ізобар

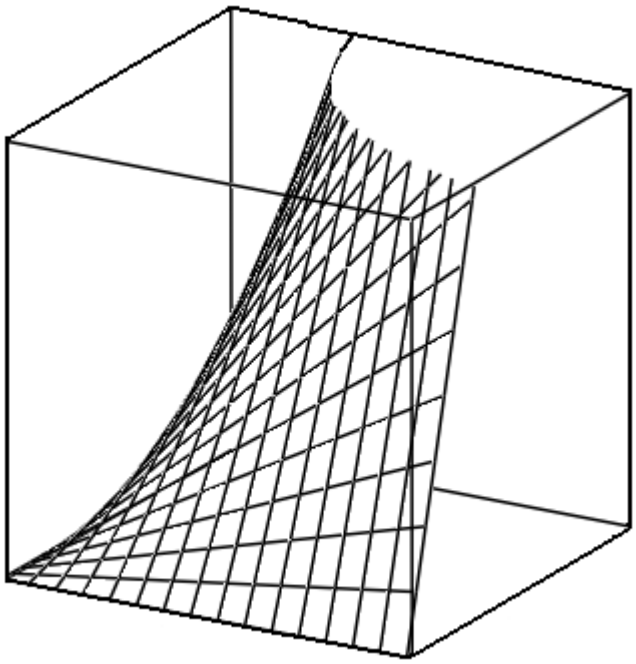


Рис. 2.18. Залежність , що побудована за допомогою програми Mathcad шляхом візуалізації ізохор та ізобар

Фотографії двох варіантів матеріальної моделі поверхні, що задається рівнянням стану ідеального газу, подані на рис. 2.19.

Модель поверхні з прозорими стінками і позначеннями координатних осей дозволяє візуалізацію графіків зміни стану ідеального газу, зокрема графіків ізопроцесів.

Результатом цієї пошукової роботи став розроблений пристрій для демонстрації поверхні, що описується рівнянням стану ідеального газу. Опис та виготовлення пристрою входили до завдань науково-дослідної роботи Зої Курмак. З цією роботою вона стала переможцем II (обласного) етапу Всеукраїнського конкурсу МАН на секції “фізика” (III місце). Крім того, на цей пристрій була оформлена заявка на корисну модель і відправлена до Державного департаменту інтелектуальної власності МОН України. Автори корисної моделі, серед яких була і десятикласниця Зоя Курмак, 15.09.2006 отримали деклараційний патент №17081U [144] (див. додаток А).

Треба зазначити, що прототипом цієї корисної моделі є модель гіперболічного параболоїда, яку розробила С.В. Повар [150]. Найбільш близькою до запатентованої корисної моделі є просторова модель, яку запропонували В.Г. Нижник, Г.П. Грищенко, Є.О. Перепелиця та Г.А. Федорук [133].

2.4. Використання новітніх інформаційних технологій у контексті навчання учнів мови фізики

Для результативного навчання учнів мови фізики виявилося доцільним створювати відповідні комп’ютерні навчальні програми. У цьому підрозділі ми зробимо короткий огляд дидактичних можливостей мультимедійних засобів у контексті навчання мови фізики, а потім розглянемо програмні продукти, створені у зв’язку з потребами нашого дисертаційного дослідження.

Дидактичні можливості мультимедіа. Мультимедіа (англ. multimedia) — термін для визначення комп’ютерної технології, яка дозволяє гнучко керувати потоками різноманітної інформації — текстами, графічними зображеннями,

звуками, відеозображенням. Саме можливість комп'ютерів подавати інформацію у різних модальностях робить їх ефективним засобом навчання учнів мови фізики (з урахуванням двомовності розумових процесів).

Комп'ютер може виконувати різноманітні функції: контролюючих машин, навчальних тренажерів, моделювальних стендів, інформаційно-довідкових систем, ігрових навчальних середовищ, електронних конструкторів тощо [190, с. 99].

Сьогодні у Україні створено чимало оригінальних педагогічних програмних засобів з фізики для вчителів та учнів середньої загальноосвітньої школи. Так, відповідна робота здійснюється в лабораторії математичної і фізичної освіти Інституту педагогіки АПН України під керівництвом О.І. Бугайова [48]. У результаті розроблена структура і зміст таких педагогічних програмних засобів з фізики, як: "Бібліотека електронних наочностей. Фізика. 7-9 клас" та "Бібліотека електронних наочностей. Фізика. 10-11 клас"; "Віртуальна фізична лабораторія. 7-9 клас" та "Віртуальна фізична лабораторія. 10-11 клас"; "Фізика-7", "Фізика-8" та "Фізика-9" тощо.

Комп'ютерне забезпечення для використання у навчальному процесі розробляє також Інститут засобів навчання АПН України [72]. У ньому під керівництвом Ю.О. Жука були створені автоматизована база даних "Засоби навчання", педагогічні програмні засоби "Лабораторні роботи з фізики для 8 класу", "Аналіз інформаційної насиченості підручника" та ін.

Комп'ютерні програмні засоби створюють умови для ефективного навчання фізики. Розглянемо їх потенційні можливості щодо навчання учнів мови цього навчального предмета.

На окрему увагу заслуговує використання електронних підручників. Такий підручник, як і друкований, містить текстову інформацію, таблиці, рисунки, фотографії та ін. Однак він має і додаткові можливості: інформація в ньому може бути подана у вигляді анімацій та відеозаписів, а також супроводжуватися дикторським текстом. Прикладом реалізації електронного підручника на лазерному компакт-диску є українська програма "Фізика-7" та російська — "Использование Microsoft Office в школе".

Учитель має можливість змінювати структуру тексту електронного підручника, створювати власні лекції шляхом додавання окремих блоків з тих, що запропоновані в електронному підручнику тощо. Так, у програмному пакеті Microsoft Office міститься програма Power Point для створення презентацій з готових слайдів. За її допомогою учитель для створення статичних та динамічних ілюстрацій, які сприяють розумінню учнями програмного матеріалу з фізики, може використати як матеріал електронних підручників, так і банк наочностей в електронному вигляді (наприклад, зміст програмного засобу "Бібліотека електронних наочностей. Фізика. 7-9 клас" чи власно створених рисунків та цифрових фотографій).

Такий підхід дозволяє модернізувати таку форму організації уроку як лекція. Модернізовану форму називають слайд-лекцією. Під слайд-лекцією розуміється така форма навчання, в ході якої відбувається інтеграція мовлення вчителя та відеоматеріалу, що поданий на екран за допомогою відеопроектора, керованого комп'ютером. Слайд-лекції дозволяють здійснювати більш якісне засвоєння учнями курсу фізики завдяки поєднанню мовлення та образної наочності.

Саме використання презентацій на основі відеокомп'ютерних систем (поєднання ЕОМ з відеопроекторами) стає тим ефективним засобом, який активізує навчально-пізнавальну діяльність учнів сучасної школи.

Електронний консультант з мови фізичних задач. Реалізація ідеї використання комп'ютерних презентацій у нашому випадку полягала у створенні електронного консультанта, з нагромадженням спеціально створених навчальних матеріалів, що спрямовані на допомогу учню у навчанні мови фізичних задач (див. п. 2.3. 2). Йдеться про ефективне використання мультимедійних можливостей комп'ютера під час створення так званого "розв'язника" фізичних задач, в якому можна одночасно поєднувати як образні елементи мови фізики (наприклад, ілюстрації, що сприяють розумінню учнями фізичної ситуації задачі), так і мовленнєві (тексти розв'язків задач із звуковим супроводом).

За допомогою створення гіпертекстового документу, в якому зв'язок між окремими елементами інформації організований за допомогою взаємних посилань, стає можливим дозоване "читання" розв'язку конкретної фізичної задачі. У такий спосіб створюється необхідна індивідуалізація навчання.

Вигляд монітора комп'ютера під час роботи з електронним консультантом поданий на рис. 2.20.

Використання пропонованого мультимедійного засобу суттєво активізує роботу учнів на уроці, а також покращує сприйняття ними ідей розв'язків фізичних задач. Розглянемо для прикладу низку слайдів, що ілюструють хід обговорення розв'язку однієї з задач (див. рис. 2.21).

Задача (№ 4.65 з [44]). Кристал солі NaCl має кубічну структуру. Знайдіть мінімальну відстань між центрами іонів Na+ і Cl-, якщо густина солі 2,2 г/см3.

Цей мультимедійний консультант можна з успіхом використовувати не лише на уроках фізики, але й у домашніх умовах для самостійної роботи над фізичними задачами.

ня учнів до створення комп’ютерних засобів навчання. Темою учнівських Наприклад, можна сультанта. Під приносить їм Освіта” м. Запоріжжя 2005-2006 році вона

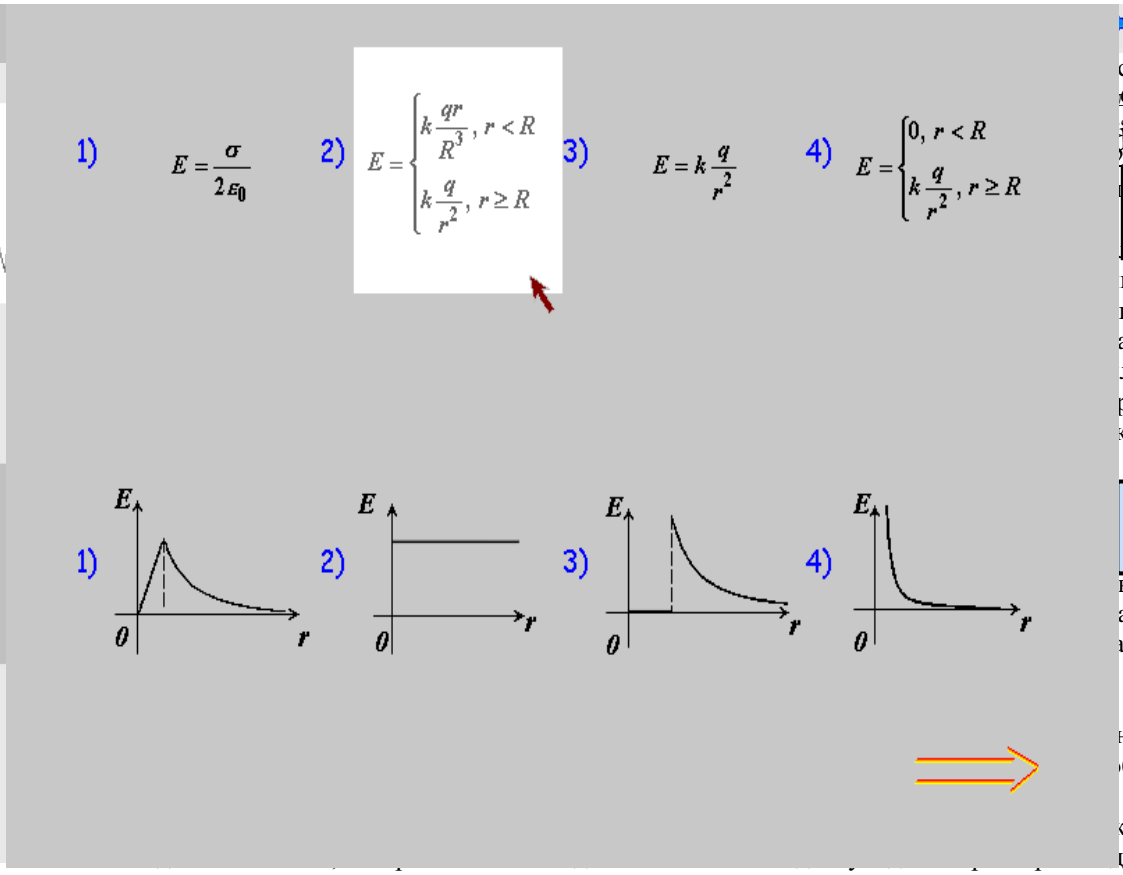
Образна форма

що назії № 28 м. граму Mathcad. А для аменту льність надзвичайно рські стосунки між кою і потребують в

Мовленнєва форма

м в’язаний з практичною ази даних для завдань ами можуть технічно

організації навчання нів уміння бразної), так і такі, що на мову просторово- ктури подаються як дночасні структури



мають сприйматися одномоментно завдяки їхній просторовій будові (графіки, рисунки, фотографії тощо). Пропонована методика проведення “мовної” практики учнів спирається на систему дидактичних завдань на подання фізичної інформації у різних формах.

За кількістю необхідних переходів до потрібної модальності будемо умовно поділяти завдання на “прості” (без переходів або з одним переходом) та “складні”. Схеми різновидів завдань “простого” типу представлені на рис. 2.22, а “складного” — на рис. 2.23.

Для практичної реалізації розроблених завдань доцільним стає використання мультимедійних можливостей новітніх інформаційних технологій. Це пов’язане з тим, що вони, по-перше, дозволяють створити відповідну тренувальну базу, що містить досить великий за обсягом “банк” різноманітних образів, а по-друге, — організувати ефективне тренування учнів у виконанні цих вправ з автоматичним контролем за часом та кількістю вірно виконаних завдань.

Ідея застосування досить великого за обсягом “банку” різноманітних картинок була реалізована нами у навчальній комп’ютерній програмі “Знайдіть відповідність”. Ця програма була створена на наше замовлення Борисом Мінаєвим із використанням мови програмування PureBasic. Вона призначена як для “мовного” тренування учнів, так і для діагностики результатів навчання учнів мови фізики. Частина використаного у цій програмі наочного матеріалу була взята із ППЗ “Бібліотека електронних наочностей. Фізика. 10-11 клас”. Інші рисунки та фотографії зроблені автором цієї дисертації.

Приклади реалізації у комп’ютерному варіанті “простого” завдання подані на рис. 2.24 та 2.25. Перший приклад стосується теоретичного матеріалу, пов’язаного з типами електричних розрядів. А другий ми візьмемо зі створеної нами бази завдань для попередньої підготовки учнів до проведення фізичного експерименту. Про необхідність цієї роботи йшлося у п. 2.3.3. Така підготовка включає серед іншого навчання учнів схематичного позначення фізичних приладів.

Приклади реалізації завдань “складного” типу у пропонованій нами програмі “Знайдіть відповідність” представлені на рис. 2.26 та 2.27. Подібні завдання легко тиражуються. Запам’ятовувати відповіді тут принципово не має сенсу. У цьому випадку використання комп’ютера доцільне на етапі контролю, коли відповідні розумові дії вже сформовані.

При виконанні цих завдань учень має курсором попарно виділити відповідні елементи. За кожну правильну відповідь нараховується один бал, за невірну — один бал віднімається, у випадку відсутності відповіді — 0 балів. Звичайно, що система нарахування балів може бути змінена. Після закінчення роботи над системою завдань на монітор виводиться загальна кількість набраних балів, яка може бути перерахована в

оцінку за прийнятою у сучасній школі дванадцятибальною шкалою.

Цей програмний засіб є дуже простим у використанні і не потребує від респондента спеціальних навичок роботи з комп'ютером. Серед його переваг є те, що створені завдання мають вигляд тестів закритого типу. Це дозволяє обмежити час перебування учнів біля моніторів при достатньо великій кількості запропонованих завдань (біля 20-30 за 10-15 хвилин).

У ході нашого дослідження були визначені напрямки створення баз даних для комп'ютерних програм, орієнтованих на навчання мови фізики.

Так, мовленнєвим структурам можуть бути поставлені у відповідність такі типи "картинок":

1) фотографії вимірювальних приладів;

2) фотографії, отримані у результаті фізичного експерименту;

3) фотографії видатних фізиків;

4) фотографії експериментальних установок;

5) фотографії окремих моментів фізичного явища;

6) серії фотографій, на яких зображені послідовні моменти певного фізичного процесу;

7) стробоскопічні фотографії швидкоплинних процесів;

8) ілюстративний матеріал, отриманий у результаті комп'ютерного моделювання;

9) ілюстративний матеріал для пояснення певних фізичних явищ;

10) графіки фізичних залежностей;

11) умовні позначення на схемах;

12) електричні та оптичні схеми;

13) технічні креслення окремих елементів фізичного обладнання;

14) ілюстрації до задачних ситуацій.

Отже, подібні програмні засоби дозволяють забезпечити як своєрідну "мовну" практику учнів, так і контроль за рівнем засвоєння окремих елементів мови фізики. При цьому відповідне тренування може здійснюватися як під час уроків фізики, так і в позаурочний час. Методика проведення "мовної" практики спирається на систему дидактичних завдань, у яких фізична інформація подається у вигляді як одновимірних послідовних мовленнєвих структур, так і просторово-одночасних образів.

2.5. Організація роботи учнів із засвоєння мови нової навчальної теми (на матеріалі молекулярно-кінетичної теорії)

Сучасна школа ставить завдання навчити учнів орієнтуватися у швидко зростаючому потоці інформації , знаходити необхідне та застосовувати його на практиці [63]. Безумовно, успіх у цій діяльності визначається не в останню чергу знанням тієї специфічної мови, якою поданий матеріал. Так, для розуміння фізичних проблем необхідно оволодіти мовою фізики. Це передбачає знання формул, що відображають певні фізичні закони, знання назв цих законів та величин, між якими встановлені зв'язки, вміння формулювати закони словесно тощо .

Але як досягнути знання учнями досить великої кількості формул та вміння ними вільно користуватися ? Тут на механічне запам'ятовування, тобто звичайну зубрячку, покладатися не можна. І чи взагалі потрібно вимагати від учнів заучування всіх формул шкільного курсу фізики? На нашу думку, важливіше навчити учнів відновлювати у пам'яті забуті формули. Тому у даному підрозділі дисертації йтиметься про організацію такої роботи з учнями, яка б сприяла їхньому розумінню навчального матеріалу теми "Основи молекулярно-кінетичної теорії".

Пропонована методика ознайомлення учнів з елементами мови молекулярно-кінетичної теорії обґрунтовується з позицій психологічної теорії мислення Л.М. Веккера, згідно з якою відчуття розуміння чогось пов'язується з таким станом, коли з'являється можливість передати один і той самий матеріал різними способами, наприклад, словами, картинками або формулами.

З досвіду роботи у школі та ВНЗ нам відомо, що часто учні і навіть студенти не можуть здійснити такий міжмовний переклад (між мовою слів і мовою образів). Проведені нами спеціальні дослідження засвідчили, що як запис розгорнутого формулювання за наведеною фізичною формулою, так і навпаки, —

запис формули за наведеним формулюванням — викликає у них певні труднощі [89].

Якщо в 10 класі є нові для вчителя фізики учні, то перед початком вивчення теми: “Основи молекулярно-кінетичної теорії” треба з’ясувати, чи вміють ці учні виконувати завдання, подібні до таких:

1. Запишіть фізичною формулою фразу та наведіть список використаних позначень (для невідомих Вам величин можна вводити власні позначення):

а) “Середня квадратична швидкість руху молекул газу дорівнює кореню квадратному з відношення потроєного добутку універсальної газової сталої та термодинамічної температури до молярної маси цього газу”;

б) “Тиск ідеального газу дорівнює одній третині від добутку концентрації молекул газу, маси однієї молекули та середнього квадрату швидкості руху молекул”.

2. Запишіть фразою (на зразок такої, як у попередньому завданні) фізичну формулу:

а) , де — тиск ідеального газу, — концентрація молекул газу, — середня кінетична енергія молекул;

б) , де — тиск ідеального газу, — густина газу, — молярна маса газу, — універсальна газова стала, EMBED Equation.3 — абсолютна температура.

Якщо при виконанні подібних завдань на новому для учнів матеріалі в них виникають труднощі, то треба організувати роботу з формування відповідних умінь.

Повернемося до методичних прийомів, які б дозволяли учням самостійно отримувати переважну більшість формул. Так, на одному з перших занять з теми “Основи молекулярно-кінетичної теорії” вчитель може ввести загальноприйняті в навчальній літературі позначення фізичних величин та сталих і вербально пояснити зміст деяких з них. Далі учні отримують таке завдання.

Завдання на самостійне одержання формул-означень та наслідків з них

Введені позначення:

– число молекул речовини;

– стала Авогадро (число молекул в одному молі речовини);

– кількість речовини (число молей);

– об’єм газу;

– концентрація (число молекул газу в одиниці об’єму);

– маса газу;

– молярна маса (маса моля газу);

– маса молекули газу;

– густина газу (маса газу в одиниці об’єму);

– молярний об’єм газу (об’єм моля газу).

Виразіть величини через ті, що стоять у дужках:

1) ; 2) ; 3) ;

4) ; 5) ; 6) ;

7) ; 8) ; 9) .

У разі необхідності вчитель може підказати доречну аналогію. Коли учні, наприклад, ніяк не можуть збагнути, як пов’язані між собою молярна маса та маса однієї молекули газу, то варто їм запропонувати визначити масу цукерки, якщо відома маса заданого числа таких самих цукерок. Ефективним буде і залучення учнів, які швидко впоралися з цим завданням, до роботи з тими учнями, які отримали помилкові відповіді.

Запропоноване завдання допомагає учням усвідомити той факт, що існують формули, які можна записати безпосередньо після з’ясування фізичного змісту величин та введення позначень.

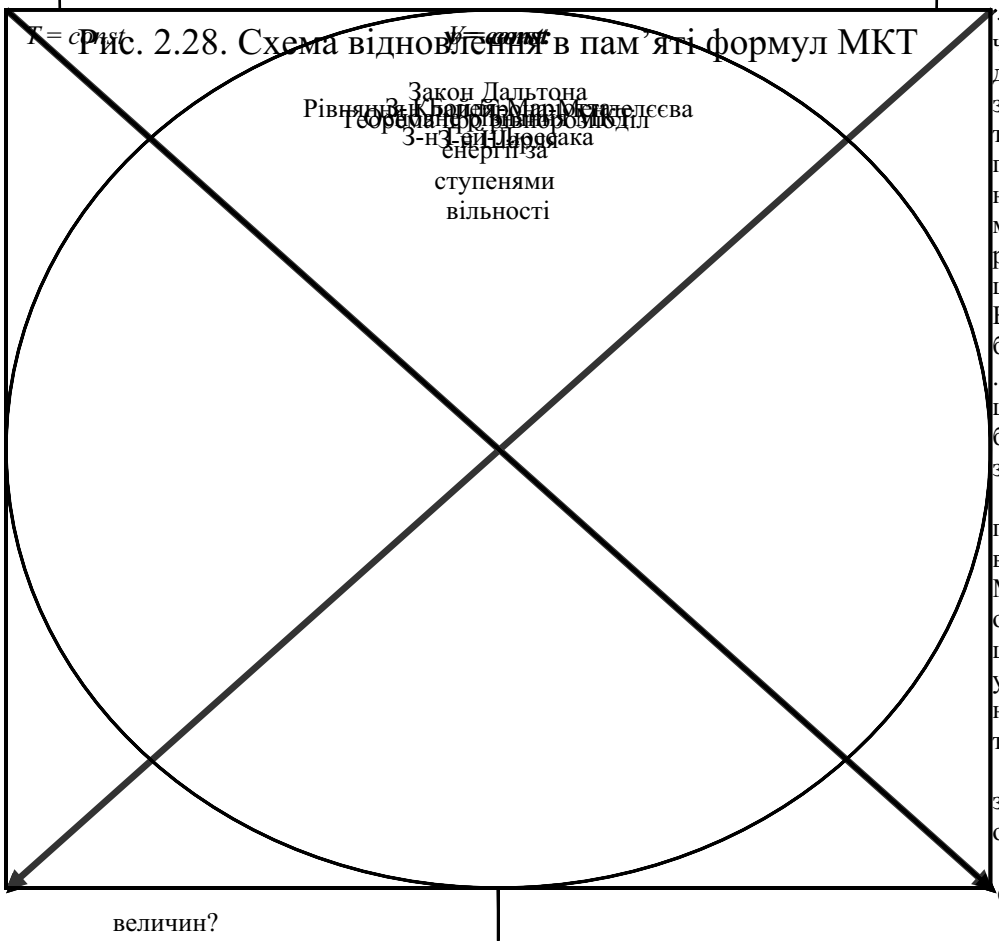


Рис. 2.28. Схема відновлення в пам’яті формул МКТ

Що ж до формул, які виражають фізичні закони, то деякі з них легко запам’ятовуються, бо легко читаються, наприклад, так: “пе дорівнює ен ка те”. Інші легше запам’ятати у формулюваннях типу: “На кожну ступінь вільності припадає енергія ка те на два”. Але не має сенсу вигадувати мнемонічне правило для основного рівняння МКТ, не дивлячись на те, що його називають основним. Воно досить громіздке для безпосереднього запам’ятовування. З іншого боку, його можна швидко відновити за допомогою більш простих формул, які легко запам’ятовуються.

Корисною на практиці виявляється “Схема відновлення в пам’яті формул МКТ” (рис. 2.28). Доречно організувати у класі обговорення цієї схеми після того, як учні її уважно роздивилися і подумали над імовірним авторським задумом та засобами його втілення.

Можливі запитання для організації обговорення схеми:

1) Які формули фактично є означеннями фізичних величин?

2) Яка величина криється за позначенням ? Що тут означають кутові дужки та нижній індекс “пост”?

3) Звідки береться коефіцієнт в основному рівнянні МКТ, якщо у схемі “трійка” ніде більше не зустрічається?

4) Як словами сформулювати теорему про рівнорозподіл енергії за ступенями вільності?

5) Яке з наведених у схемі рівнянь можна було б назвати рівнянням стану ідеального газу?

6) Що розуміють під терміном “ізопроцеси” під час вивчення законів ідеальних газів?

7) Як Ви розумієте запис у законі Дальтона? Як цей закон можна було б сформулювати словами?

8) Як представляють процес ізотермічного розширення у координатах? Звідки видно, що йдеться про розширення, а не про стискання? Як відповісти на подібні запитання для і координат? Для інших ізопроцесів?

9) Як сформулювати словами закони Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Шарля?

10) Який сенс Ви вбачаєте у використанні на схемі рамок різної форми? “Заливки”? Стрілок?

Звернемо увагу на те, що розглядання та обговорення запропонованої схеми у нашій методиці передує детальному вивченню теорії. Тому відповіді на запитання вчителя вимагають від учнів не відтворення знайомого навчального матеріалу, а власного розмірковування, висування гіпотез, перекодування інформації з однієї форми в іншу.

Після детального обговорення запропонованої схеми і з’ясування можливих способів відновлення у пам’яті відповідного навчального матеріалу нашою методикою передбачається виконання учнями вправ, які допомагають звикнути до нових формул і потренуватися у їх використанні.

Завдання на перетворення основних формул МКТ

Виразіть величини через ті, які стоять у дужках та, можливо, фізичні сталі та :

1) ; 2) ;

3) ; 4) ;

5) ;

6) ;

7) ;

8) ;

9) ;

10) .

Рис. 2.29. “Картинки” із “зображенням” молекул газу для обговорення понять *концентрація молекул* і *густина* газу

Примітка: середня квадратична швидкість руху молекул газу позначена як .

Після виконання учнями запропонованого завдання на перетворення формул має сенс зібрати колекцію помилкових відповідей і організувати їхнє обговорення. Особлива увага має бути приділена “озвучуванню” формул та побудові відповідних графіків, розгляду окремих і граничних випадків.

Ключовою тут стає проблема розвитку в учнів їхньої уяви, здібності за формулами і словами “бачити” конкретні фізичні стани і процеси, користуватися під час розмірковування модельними уявленнями.

Наведемо найелементарнішій приклад. Скажімо, хтось у першій вправі отримав таку відповідь:

. Учням пропонується порівняти дві “картинки”, на яких “зображені” молекули газу (рис. 2.29), та сказати, у якому випадку більшою буде концентрація ( ), а в якому — густина ( ), якщо всі молекули мають однакові маси ( ).

Після з’ясування питання про зв’язок концентрації молекул і густини газу за допомогою просторових образів учням пропонують порівняти свій висновок з тим, що дає формула, яку хтось отримав. Звернемо увагу на те, що наведені примітивні “картинки” надають можливість учителю і самому поставити ряд корисних запитань, і запропонувати це зробити учням, а потім організувати обговорення відповідей.

Сучасні школярі і навіть студенти фізичних та математичних факультетів часто помиляються під час елементарних математичних перетворень фізичних формул і при цьому абсолютно безпорадні у справі самостійної перевірки кінцевого результату. Для ліквідації цих вад особливого значення набуває розвиток навичок міжмовного перекладу (від слів до формул, графіків та рисунків, а також у зворотному напрямку). У ході такого перекладу і досягається, як було зазначено у п.1.3, розуміння навчального матеріалу.

2.6. “Мовний” аспект міжпредметних зв’язків (на матеріалі молекулярно-кінетичної теорії)

Обґрунтування актуальності організації роботи з вивчення основних понять молекулярно-кінетичної теорії, з якими учні мають бути знайомі з курсу хімії. Програмою з фізики для старшої школи вчителям рекомендовано при вивченні теми “Основи молекулярно-кінетичної теорії” спиратися на ті знання, які учні вже отримали на уроках хімії, і не приділяти багато часу формуванню таких понять як кількість речовини, молярна маса, стала Авогадро тощо [157]. Але у підручниках з хімії відповідний матеріал поданий так, що виникають сумніви щодо очікуваної якості засвоєння учнями понять, важливих для успішного вивчення молекулярної фізики. З метою більш детального з’ясування стану проблеми ми провели за спеціально складеними завданнями вибіркову перевірку рівня володіння старшокласниками і студентами основними поняттями МКТ, що є спільними для шкільних курсів фізики і хімії.

Наведемо деякі із завдань, що були запропоновані учням 10-х класів загальноосвітніх шкіл м. Запоріжжя, а також студентам фізичного та математичного факультетів Запорізького національного університету:

1. Ви знаєте, що моль$^{-1}$. Виразіть 1 а.о.м. у кг.

2. У підручнику хімії моль визначається через кількість речовини у 0,012 кг вуглецю. Який вуглець тут мається на увазі: той, що містить природну суміш ізотопів Карбону, чи той, що містить лише однакові нукліди визначеного типу?

3. У таблиці Д.І. Менделєєва для кожного хімічного елемента наведена середня маса природної суміші ізотопів чи маса найпоширенішого нукліда?

4. У підручнику хімії можна знайти твердження, що маса протона дорівнює 1 а.о.м. Це точне значення чи наближене?

5. Чи можна визначити склад атомних ядер за допомогою таблиці Д.І. Менделєєва? Якщо так, то як саме?

У більшості респондентів виникли проблеми навіть із завданнями 2 – 4. Що ж до першого з наведених завдань, то ситуація виявилася просто катастрофічною: з ним змогли впоратися лише окремі учні та студенти.

Подальший цілеспрямований аналіз навчальної і довідникової літератури показав, що отриманому результату не треба дуже дивуватися. У більшості сучасних посібників, що орієнтовані на учнів старшої школи, такі фізико-хімічні сталі як стала Авогадро і атомна одиниця маси вводяться так, нібито вони жодним чином між собою не пов’язані.

Останнє з наведених вище завдань було нами фактично “запозичене” з діючого в Україні підручника хімії для 9-го класу, де цілком серйозно “навчають” читачів визначати склад атомних ядер за допомогою періодичної системи [30, с. 25]. Отож не дивно, що один студент-математик навіть навів нам алгоритм, як підраховувати число нейтронів і протонів у ядрі атома за атомною масою, яку можна дістати з таблиці Д.І. Менделєєва: “Щоб отримати число протонів, треба атомну масу поділити на два і округлити до цілого в меншу сторону, а у випадку нейтронів — у більшу” (?). Біда полягає в тому, що то був далеко не найгірший студент. Він був налаштований отримати найвищу оцінку з університетського курсу фізики, який читається на математичному факультеті .

Отже, вибірковий контроль засвідчив, що основні поняття молекулярно-кінетичної теорії, які є спільними для шкільних курсів фізики і хімії, залишаються погано засвоєними навіть кращими учнями і студентами. Аналіз відповідної навчальної і довідникової літератури показав, що існує брак навчальних текстів, які б допомогли принаймні здібним учням усвідомити важливі фізико-хімічні поняття.

Тому ми пропонуємо ознайомити учнів зі спеціально складеним навчальним текстом, який містить запитання для роздумів, а потім організувати обговорення відповідей на ці запитання. У кабінеті фізики має бути у наявності довідкова література та різноманітні навчальні посібники з фізики та хімії, наприклад, [66; 69; 210; 217; 229; 242; 244 та ін.].

Спочатку це обговорення здійснюється в малих групах. У кожну з таких груп мають увійти більш підготовлені учні (принаймні один). Така організація роботи на уроці вчить школярів висловлювати свої думки, а також “бачити” та виправляти помилки у міркуваннях товаришів. Потім відповіді, які були обговорені у мікрогрупах, виносяться на розсуд усього класу. Вчитель на першому етапі виконує роль консультанта, а потім — організатора загальної

полеміки.

Навчальний текст із запитаннями для роздумів

1. *Атом* складається з *ядра* й *електронної хмари*, що його оточує. Розмір "хмари" приблизно на п'ять порядків більший за розмір ядра (у сто тисяч разів). Якщо атом уявити збільшеним настільки, що ядро буде мати "діаметр" близько 1 мм, тоді розмір електронної хмари збільшиться до сотні метрів. Але сумарна маса *електронів* "хмари" у тисячі разів менша за масу ядра. Іншими словами, практично всю масу атома складає маса ядра.

Запитання для роздумів: 1) Якщо атом такий "порожній" (об'єм, що займає ядро, на п'ятнадцять порядків менший за загальний об'єм атома), то чому ми не відчуваємо цієї "порожнистості", скажімо, у твердих тіл? 2) Як один електрон в атомі водню (за новою термінологією — Гідрогену) може утворювати електронну хмару?

2. Ядро атома утворюється з двох типів частинок. Одні називають *протонами*, а інші — *нейтронами*. Перші заряджені позитивно, а другі — нейтральні. Заряд протона дорівнює заряду електрона за модулем, але відрізняється за знаком. У ядрі атома стільки ж протонів, скільки електронів знаходиться в електронній хмарі, яка оточує ядро. Тому атом електрично нейтральний. Якщо у "хмарі" виникає надлишок або брак електронів, тоді говорять, що атом перетворився на *іон*. Маси нейтрона і протона практично однакові (у нейтрона трохи більше). Для нейтронів та протонів існує загальна назва. Їх називають *нуклонами* (Згадайте, як буде англійською словосполучення "ядерна зброя"!). Оскільки маса атома фактично визначається кількістю нуклонів, то цю кількість називають не тільки *нуклонним числом*, а часто і *масовим числом*, та позначають літерою *A*.

Запитання для роздумів: 1) Як відомо, однойменно заряджені тіла відштовхуються одне від одного. Чому цього не роблять протони, які містяться у ядрі? 2) А які сили утримують нейтрони в ядрі?

3. Кількість протонів у ядрі атома (і відповідно кількість електронів в електронній хмарі електрично нейтрального атома) визначає його хімічні властивості. Кількість протонів у ядрі атома співпадає з порядковим номером відповідного хімічного елемента у таблиці Д.І. Менделєєва. Якщо заряд протона умовно прийняти за одиницю, то заряд ядра в цих умовних одиницях буде дорівнювати числу протонів. Тому кількість протонів у ядрі називають не тільки *протонним числом*, а часто і *зарядовим числом*, та позначають літерою *Z*.

Запитання для роздумів: 1) Чи впливає кількість електронів у "хмарі" на її форму? 2) Чому при монотонному зростанні зарядового числа спостерігається певна періодичність хімічних властивостей атомів?

4. Атом, для якого відомі протонне і нуклонне числа (тобто з цілком визначеним складом ядра), називають *нуклідом*, використовуючи для нього позначення типу , де символ повинен бути замінений на символ відповідного хімічного елемента. Наприклад, — нуклід хлору (символ), у ядрі якого 17 протонів (нижній індекс — 17) і 20 нейтронів (верхній індекс, який відображає загальне число нуклонів, — 37, а 37–17=20). Звичайно, можна обмежитись таким записом: . Але у цьому випадку потрібно пам'ятати, що займає у таблиці Д.І.

Менделєєва комірку під номером 17, або мати цю таблицю під руками.

Ядра атомів одного і того ж хімічного елемента, як уже було сказано, мають однакове число протонів (яке співпадає з номером комірки, відведеної під цей хімічний елемент у таблиці Д.І. Менделєєва), але можуть мати різне число нейтронів (і відповідно різну масу). Так, існують нукліди хлору не лише з масовим (

нуклонним) числом, що дорівнює 37, а і нукліди . Причому останні на Землі зустрічаються приблизно втричі частіше. Нукліди одного і того ж хімічного елемента (тобто з однаковим числом протонів у ядрі), які відрізняються масою, бо мають різне число нейтронів, називають ізотопами. У таблиці Д.І. Менделєєва не виділяють комірки під кожний нуклід. Усі нукліди одного і того ж хімічного елемента (тобто його ізотопи) опиняються в одній комірці. Тому вони так і називаються (ізо- від “однаковий”, а -топ перекладається як “місце”).

Запитання для роздумів: 1) Якщо нукліди одного і того ж хімічного елемента не відрізняються за своїми хімічними властивостями, то яким чином можна було відкрити ізотопи? 2) Якщо майже у кожного хімічного елемента існують ізотопи, то масу якого з них наводять у таблиці Д.І. Менделєєва?

5. У таблиці Д.І. Менделєєва доводиться вказувати усереднену масу ізотопів кожного хімічного елемента. Таке усереднення виявляється можливим, оскільки ізотопний склад хімічних елементів практично однаковий у різних куточках Землі. Для багатьох хімічних елементів спостерігається явна перевага вмісту одного ізотопу в природній суміші. Але бувають і цілком порівнянні числа. Крім хлору, про який ми говорили,

згадаємо про мідь: для і масові вмісти у природній суміші відносяться приблизно як 7:3. Це призводить до того, що неможливо обрати умовну одиницю маси так, щоб атомні маси всіх хімічних елементів у таблиці Д.І. Менделєєва виражались числами, які були б достатньо близькими до цілих, адже у кожного ізотопу одного і того ж хімічного елемента своє, відмінне від інших, число нуклонів у ядрі, кількістю яких і визначається в основному маса нукліда (див. крім і , наприклад, , , , , ...).

Інша справа — таблиця нуклідів. Маси нуклідів можна виразити у таких одиницях, що їхні числові значення будуть практично співпадати з відповідними нуклонними (масовими) числами. Таблицю, у якій наведені маси нуклідів з великою точністю, можна знайти, наприклад, у багатьох збірниках задач з фізики (у додатках). Знайдіть таку таблицю та уважно її розгляньте. У яких одиницях наведені маси нуклідів? Зверніть увагу на те, що деякі автори не використовують слово “нуклід”, і таблиця може називатись так: “Відносна атомна маса деяких ізотопів”.

Краще було б останнє слово замінити на слово “нукліди” у відповідному відмінку, а про ізотопи говорити, коли мова йде про різні нукліди якого-небудь уже виділеного хімічного елемента. Наприклад, ізотопи хлору, ізотопи вуглецю тощо. Але Ви маєте бути готовими і до того, що деякі автори надають перевагу використанню слова “ізотопи” також і у випадку таблиці нуклідів. На це є свої історичні причини. А слово “нуклід” іноді використовують не для позначення атома з певним ядром, а для позначення власне самого ядра. Причому обидва розуміння цього слова зустрічаються в однаково поважних енциклопедичних виданнях, які

виходили майже одночасно. Але повернемося до таблиці нуклідів. Звернемо увагу на нуклід (ізотоп

вуглецю , вуглець-12 чи Карбон-12). Атомна маса цього нукліда згідно з таблицею складає 12,00000 а.о.м. Зрозуміло, що таке число не могло бути результатом вимірювання. Така дивовижна точність повинна бути пов’язана з вибором тієї одиниці маси, яка представлена буквами “а.о.м.”.

Запитання для роздумів: 1) Нуклід водню містить у 6 разів менше як протонів, так і нейтронів та

електронів, ніж нуклід вуглецю . Чому ж його маса не дорівнює 2,00000 а.о.м.? 2) Згідно з фізичними таблицями маса нуклона (як протона, так і нейтрона) перевищує 1 а.о.м. Чи не суперечить це тому, що маса

нукліда точно дорівнює 12 а.о.м.?

6. Як Ви вже напевно здогадалися, а.о.м. — скорочення слів “атомна одиниця маси”. Якщо обрати

відносну одиницю маси так, щоб маса нукліда в точності дорівнювала 12 а.о.м., то, як можна впевнитися за таблицею нуклідів, їхні маси в цих відносних одиницях будуть дуже мало відрізнятися від нуклонних чисел,

які за своїм означенням є цілими. Але чому орієнтуються саме на нуклід ? Чи не природно було б обрати

масу “найлегшого” нукліда за атомну одиницю маси? Звичайно природно! Але... нічого не вийде. Як

зміняться числові значення мас нуклідів за такого вибору одиниці маси?

Зрозуміло, що у такому випадку усі “старі” числові значення мають бути помножені (або, якщо зручніше, поділені) на одне й те саме число (на яке саме у даному випадку?). Після такого перерахунку числове значення маси нукліда у “нових” одиницях буде, звичайно, в точності дорівнювати одиниці. Числове ж значення маси нукліда не буде точно дорівнювати 12, але воно не буде і дуже сильно відрізнятися від цілого числа, яке показує кількість нуклонів у ядрі цього нукліда. Впевніться у цьому самостійно! Якщо Ви будете виходити з того, що нуклід має масу 1,007825 а.о.м. за вуглецевою шкалою (за якою маса точно дорівнює 12 а.о.м.), то за “водневою” шкалою має вийти 11,90683. А ось якщо ми візьмемо найбільш стабільний ізотоп урану , у якого за вуглецевою шкалою маса дорівнює 238,05076 а.о.м. (порівняйте з нуклонним числом!), то після перерахунку на “водневі” одиниці числове значення дорівнюватиме 236,20247. Отримане число ближче до цілого числа 236, а не до 238, як нам того хотілося. Адже ми хотіли вести мову про уран-238, а не про уран-236, у якого період напіврозпаду на два порядки менший!

Отже, природна на перший погляд “воднева” шкала призводила б до подібних незручностей. Звичайно, наведені міркування не пояснюють, чому для введення атомної одиниці маси обирають саме вуглець-12, а не, скажімо, кисень-16. Але зазначимо принагідно, що з точки зору визначення понять, якими користуються в хімії і у фізиці, “киснева” шкала була б нічим не кращою: замість числа 12 у всіх означеннях було б присутнім не менш загадкове число 16. До речі, така шкала у свій час існувала. Вона мала назву фізичної кисневої шкали. Але існувала також і хімічна киснева шкала, де за 16 одиниць приймали не масу нукліда , а середню масу природної суміші ізотопів кисню. І до 1961 року у восьмій комірці таблиці Д.І. Менделєєва, відведеній під кисень (або, як пишуть у сучасних таблицях, Оксиген), можна було побачити число 16,000, яке і було числовим значенням атомної маси кисню за хімічною кисневою шкалою. Наявність одночасно двох шкал (фізичної та хімічної) була незручною. Прийняття спільної і для фізиків, і для хіміків вуглецевої шкали практично не змінило чисел, до яких звикли хіміки. Подивіться на атомну масу кисню у новій (після 1961 року) таблиці Д.І. Менделєєва. Вона, звичайно, зараз не 16,000, але і не дуже сильно змінилася (15,999). З іншого боку, була виконана вимога фізиків прив’язати спосіб введення атомної одиниці маси до певного нукліда, а не до якогось хімічного елемента, коли можна говорити лише про усереднену за всіма ізотопами масу атома.

Запитання для роздумів: 1) Чому “воднева” шкала призводить до значних відхилень числових значень мас “важких” нуклідів від їхніх нуклонних (масових) чисел? 2) А що таке період напіврозпаду? І чому він різний у ізотопів одного і того ж хімічного елемента?

7. Як у молекулярній фізиці, так і в хімії часто важливою величиною є число частинок N. Наприклад, тиск газу при заданій температурі визначається числом молекул, що припадає на одиницю об’єму, але не залежить від того, які саме молекули складають газ. Однак, число частинок (або, як узагальнено говорять, структурних елементів речовини) зазвичай надто велике. Наприклад, за нормальних умов число молекул будь-якого газу в одному кубічному метрі становить приблизно (до речі, ми щойно навели наближене числове значення так званої сталої Лошмідта).

Щоб уникнути таких великих чисел уводять фізичну величину, яка пропорційна розглядуваному числу структурних елементів речовини, але зазвичай має цілком прийнятне числове значення. Цю нову фізичну величину називають кількістю речовини. При цьому, фактично, замість загального числа частинок підраховують число порцій речовини, у кожній з яких міститься велике, але фіксоване число частинок (структурних елементів цієї речовини). Така порція має спеціальну назву — моль. А сталу, яка виражає собою число структурних елементів речовини у такій порції, називають сталою Авогадро та позначають .

Зрозуміло, що кількість речовини, якщо її позначити через , задається виразом , а її одиницею є моль. З яких же міркувань обирається те фіксоване число структурних елементів, яке міститься в одному молі речовини?

Якщо треба було лише позбавитися великих степенів у числових значеннях, то можна було б домовитися за одиницю кількості речовини прийняти таку порцію, яка містить, скажімо, структурних елементів. Але, як відомо, стала Авогадро має досить дивне, на перший погляд, числове значення ( ). Та й означення моля, яке можна знайти у підручниках з хімії та з фізики, виглядає досить заплутаним (... така кількість речовини, у якій міститься стільки структурних елементів, скільки атомів міститься у 0,012 кг...).

Запитання для роздумів: 1) А навіщо ж такі ускладнення? 2) Що таке нормальні умови? Якщо через них визначається принаймні одна з фізико-хімічних сталих (стала Лошмідта), то ці умови мають бути задані

дуже точно.

8. Уведення поняття кількості речовини та її одиниці майже автоматично тягне за собою необхідність уведення ще однієї фізичної величини — молярної маси речовини. Зрозуміло, що маса певної речовини, взятої у кількості одного моля, дорівнює добутку маси структурного елемента цієї речовини на число цих

структурних елементів в одному молі. Отже, якщо масу структурного елемента позначити через , а молярну

масу через то . Зазначимо, що у залежності від структури речовини структурними елементами треба вважати молекули, атоми або інші частинки. Більш того, згідно з Державним стандартом України [66] можна говорити про молярну масу електрона, молярну масу протона тощо. Фактично це означає, що молярна маса формально перераховується з маси відповідної частинки (структурного елемента) множенням її на сталу Авогадро (тобто за формулою, яку ми щойно навели).

Але для частинок, про які йдеться, вважалося зручним увести спеціальну одиницю маси — 1 а.о.м. Саме із використанням цієї одиниці записані маси хімічних елементів у таблиці Д.І. Менделєєва, подані маси нуклідів у відповідних таблицях, обчислюють молекулярні маси речовин, для яких відомі хімічні формули. Щоправда, позначення "а.о.м." часто не пишуть, а також говорять не про молекулярну масу, а про відносну

молекулярну масу, яку позначають (індекс від англ. relative, що означає "відносний").

Молярна маса речовини вимірюється у кг/моль (Державним стандартом іноді дозволяється (!) у г/моль). Було б зручно, щоб числові значення молярної маси і відносної молекулярної маси збігалися. Історично склалося так, що у той час, коли вводилося поняття кількості речовини, за основну одиницю маси брали 1 г, а не 1 кг, як це робиться у Міжнародній системі одиниць. Тому одиницю кількості речовини обрали так, щоб збігалися відносна молекулярна маса (тобто, фактично, маса молекули, виражена в а.о.м.) і молярна маса, виражена у г/моль. Звичайно, за таку зручність доводиться "платити". Саме тому один моль речовини

складається не з такого привабливого числа структурних елементів як, скажімо, , та й означення моля

доводиться прив'язувати до того самого нукліда , що і у випадку з уведенням атомної одиниці маси. Отже,

тепер має бути зрозумілим, як пов'язані між собою такі фізичні сталі, як і а.о.м., не дивлячись на те, що у Державному стандарті [66] вони проходять як незалежні. Для тих, хто ще не збагнув, у чому полягає зв'язок, про який ідеться, — підказка: знайдіть добуток числових значень цих сталих і отримайте напрочуд "красиве" число.

До відома:

;

.

Запитання для роздумів: 1) Як згадати, як перевести атомні одиниці маси у кілограми, якщо Ви добре пам'ятаєте числове значення сталої Авогадро? 2) У Державному стандарті для всіх фундаментальних фізичних сталих, за винятком атомної одиниці маси (уніфікованої), наведені позначення у вигляді латинських або грецьких букв (можливо з індексами). На цьому тлі явно вирізняється позначення "а.о.м.". А яке б позначення запропонували Ви? Порівняйте його з тим, що використовується у довіднику "Фізичні величини" [217]. 3) Чому у стандарті для атомної одиниці маси вводять пояснювальне слово "уніфікована"? А які ще бувають атомні одиниці маси?

Для наочності основний розглянутий нами навчальний матеріал поданий у вигляді схеми на рис. 2.30.

Запитання для роздумів до схеми: 1) Що означають фігурні дужки та індекси у таких позначеннях як

? 2) Як розуміти наведений запис числового значення сталої Авогадро?

В учнів під час роботи над запитаннями є можливість спиратися як на текст, так і на схему. В такий спосіб враховані індивідуальні уподобання учнів щодо способу сприйняття і переробки інформації, про які йшлося у 1.4.

Бліц-контроль результатів. Після загальної полеміки щодо навчального тексту із запитаннями до роздумів корисно швидко оцінити ефективність проведеної роботи за допомогою вправи "Доведи або спростуй твердження":

Чи згодні Ви з наступними твердженнями?

1. Нуклонне та масове число — це те саме.
2. Протонне число називають також зарядовим числом.
3. 1 а.о.м. приблизно дорівнює масі протона.

4. 1 а.о.м. за сучасним означенням точно дорівнює маси нукліда .

5. Якщо відомо як 1 а.о.м. виражається у грамах, то можна знайти значення сталої Авогадро.

6. Якщо відома відносна молекулярна маса речовини, то можна знайти молярну масу цієї речовини.

7. За таблицею Д.І. Менделєєва можна знайти кількість нейтронів у ядрі атома заданого хімічного елемента.

8. За таблицею Д.І. Менделєєва можна знайти кількість протонів у ядрі атома заданого хімічного елемента.

9. За таблицею Д.І. Менделєєва можна знайти кількість електронів у заданому нейтральному нукліді.

10. Для кожного нукліда модуль різниці його маси, яка виражена в а.о.м., та його масового числа менший, ніж 0,1.

На самостійне виконання вправи відводиться не більше 5 хвилин, а потім проходить обговорення результатів.

Наприкінці цього підрозділу слід сказати, що у запропонованому навчальному тексті із запитанням для роздумів міститься більше нових для учнів понять, ніж це передбачено програмою з фізики для 10 класу. Але ми вважаємо, що у такий спосіб учні отримали матеріал для власних роздумів, що надає їм можливість розвивати власну природну допитливість. Такий підхід дозволяє виявляти тих учнів, які не лише самі із задоволенням будуть займатися фізикою, але зможуть залучити до цієї діяльності своїх товаришів по класу, тобто дозволяє виявляти потенційних помічників учителя.

Висновки до другого розділу

1. Аналіз вимог до “мовних” знань і умінь учнів у шкільному курсі фізики дозволив зробити висновок, що мовленнєві вміння, конче необхідні для результативного навчання учнів фізики, віднесені авторами нормативних документів до іншої освітньої галузі (“Мови і літератури”). Однак спостереження за навчальним процесом з фізики свідчить про те, що необхідного переносу знань і вмінь у більшості випадків не відбувається. Крім того, фізичні тексти значно відрізняють за своєю синтаксичною структурою від тих, з якими учні мали справу, коли вивчали за шкільною програмою відповідний розділ мовознавства.

2. Поділивши знаково-символічні засоби мови фізики за усталеністю та сферою вживання на нормативні та індивідуальні, особливу увагу у своїй методиці ми приділяємо символотворчості учнів для потреб комунікації та мислення. Встановлено, що творчість у мовній сфері дозволяє їм активно опановувати і культурні мовні норми.

3. Серед критеріїв оволодіння мовою фізики особливе місце займає уміння бачити смислову тотожність зовнішньо різних речень (синонімію) та смислову різницю зовнішньо схожих речень (омонімію). Цей критерій дозволяє організувати оперативну діагностику за допомогою спеціально складених вправ тестового типу з вибором правильної відповіді.

4. Лише узгоджене поєднання мовленнєвих та образних елементів мови фізики може бути основою успішного навчання учнів фізики та розвитку їхнього мислення, бо фізична думка народжується у процесі оборотного перекладу між двома компонентами фізичної мови. Цей висновок ґрунтується на єдиній теорії психічних процесів і моделі будови ментального досвіду та підтверджується результатами нашої роботи, а також інших дослідників у галузі методики фізики.

5. Організацію навчання учнів мови фізики пропонується проводити у режимі, названому нами середовищним. Головними матеріалізованими складовими “мовного середовища” за нашою методикою стають спеціально сконструйовані навчальні тексти із завданнями для роздумів, а також система вправ, спрямованих на формування в учнів умінь сприймати, переробляти та подавати фізичну інформацію у різних формах (способах її кодування).

6. Комплексне використання новітніх інформаційних технологій та засобів мультимедіа дозволяє ефективніше і результативніше використовувати розроблені нами спеціальні вправи для тренування учнів у перекладі фізичної інформації з мови мовленнєвих структур на мову образів та у зворотному

напрямку, а також сприяє налагодженню діагностики результатів проведеного міжмовного тренування. Можливості мультимедіа дозволили реалізувати ідею створення електронного консультанта з мови фізичних задач.

7. Наведена у дисертації методика навчання мови фізики у межах вивчення теоретичного матеріалу з теми “Основи молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу” може бути використана учителями фізики як приклад для створення власної методики навчання учнів мови інших розділів шкільного курсу фізики.

8. Обґрунтовано актуальність розробки “мовного аспекту” міжпредметних зв’язків (на конкретних прикладах з математики, хімії, мовознавства). Виокремлено напрямок методики навчання мови фізики, пов’язаний з ознайомленням учнів із синтаксичними засобами навчальних фізичних текстів.

9. Питання, пов’язані з урахуванням вікових та індивідуальних особливостей учнів, а також з поділом завдань навчання між основною і старшою ланками середньої школи потребують подальших досліджень, а також організаційних змін щодо процедури планування і оцінки діяльності учасників навчального процесу. Загальні поради, які можна дати вчителям уже зараз, наведені наприкінці п. 2.2. (“Загальні питання методики навчання учнів мови фізики”).

РОЗДІЛ ІІІ. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ВПЛИВУ ЦІЛЕСПРЯМОВАНОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ МОВИ ФІЗИКИ НА ЇХНІ УСПІХИ У ВИВЧЕННІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

3.1. Загальні питання математичної обробки даних педагогічного експерименту і результати, пов’язані зі з’ясуванням актуальності проблеми дослідження

З метою перевірки ефективності та результативності пропонованої нами методики навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи ми звернулися до теорії та методики педагогічного експерименту. Розглянемо спочатку загальну термінологію, яка відноситься до використання методів математичної статистики в педагогічних дослідженнях.

Термін дані в наукових дослідженнях в широкому розумінні означає фактичний матеріал, який є основою для обговорення та прийняття рішень [14, с. 15]. У педагогічних дослідженнях їх отримують у результаті певних вимірювань. При цьому шкали та одиниці вимірювань можуть бути різними. С. Стівенсом були запропоновані чотири типи шкал вимірювань: шкала найменувань, порядкова шкала, інтервальна шкала та шкала відношень [194].

Шкала найменувань (або номінативна шкала від лат. nomen — ім’я) використовується тільки для невпорядкованої класифікації учнів. Кожній виділеній групі надається своє вербальне позначення в залежності від ознаки. Це робиться для того, щоб створити передумови для відповідних підрахунків. Класифікація може проводитися за дихотоміями (учень – учениця, інтерн – екстерн) або за декількома ознаками (учень ліцею, гімназії, загальноосвітньої школи).

Порядкова шкала (або рангова шкала від нім. rang — звання, категорія, чин, розряд) дозволяє впорядковувати класи індивідуумів. Кожному з класів надаються різні позначення. У педагогічних дослідженнях доводиться мати справу з вимірюваннями навчальних досягнень учнів (знань, умінь, навичок, рівня компетенції тощо). Під час вимірювання результатів навчання учнів порядкова шкала може бути отриманою при встановленні критерію, що дозволяє тільки впорядкувати учнів (у міру збільшення/зменшення вимірюваної ознаки); при цьому неможливо встановити на скільки один результат більший/менший за інший. Так, прийнята зараз в Україні 12-ти бальна шкала оцінювання навчальних досягнень учнів є порядковою.

Інтервальна шкала дозволяє не тільки класифікувати та впорядковувати індивідуумів, але й кількісно оцінювати різницю між групами (класами). Для того, щоб мати можливість здійснювати такі порівняння, треба ввести одиницю вимірювання та довільний початок відліку (нуль-пункт).

У теорії педагогічних досліджень було обґрунтовано віднесення кількості вірних відповідей на запропоновані учням запитання до інтервальної шкали [57, с. 24]. Однак таке твердження вважається вірним

лише за двох умов: по-перше, всі запитання мають бути спрямовані на вивчення стану однієї і тієї ж властивості; по-друге, кожне запитання має бути конкретним інтелектуальним завданням, а не вимагати лише відтворення вивченого [57, с. 25].

Шкала відношень, на відміну від інтервальної, має встановлений абсолютний початок відліку. Але у зв'язку з тим, що у педагогічних дослідженнях встановлення такого початку практично неможливе (хіба що тільки можна встановити початок часу для визначення тривалості деякого дидактичного процесу), шкала відношень має обмежену сферу застосування.

Ми будемо використовувати непараметричні методи обробки експериментальних даних. Вони не потребують припущень відносно закону розподілу вимірюваної величини на відміну від традиційних статистичних методів, які базуються на нормальному (гауссовому) розподілі.

Перейдемо до розгляду основних етапів проведеного нами дослідження щодо перевірки результативності впливу цілеспрямованого навчання учнів мови фізики на їхні успіхи у вивченні шкільного курсу фізики.

Експеримент проходив у два етапи.

На першому етапі (1998-2000 рр.) вивчався стан проблеми в практиці середніх загальноосвітніх шкіл м. Запоріжжя; на основі теоретичного аналізу педагогічної практики, психолого-педагогічної та методичної літератури висувалися робочі гіпотези дисертаційного дослідження; розроблялися спеціальні вправи для навчання учнів мови фізики, а також відбувалася їх попередня апробація.

Для вивчення стану досліджуваної проблеми ми розповсюдили серед учителів фізики спеціально для цього створену анкету. В анкетуванні брали участь 24 вчителі фізики м. Запоріжжя.

Мета анкетування полягала у вивченні ставлення вчителів до проведення спеціальної роботи з навчання учнів мови фізики. Питання анкети дозволили нам виявити загальну думку вчителів фізики відносно необхідності проведення роботи з навчання учнів мови фізики, а також з'ясувати їх забезпеченість відповідними методичними розробками.

Наведемо запитання анкети:

1) Чи проводите Ви на уроках фізики роботу з навчання учнів мови фізики?

а) постійно; б) епізодично; в) не проводжу.

2) В якій формі планується ця робота?

а) в тематичному плані; б) в поурочному плані; в) не планується.

3) Яка мета проведення цієї роботи?

а) отримання дієвих предметних знань; б) розвиток мислення учнів; в) формування пізнавального інтересу; г) _____.

4) Що Ви використовуєте для досягнення вищезазначеної мети?

_____

5) Які форми роботи використовуєте?

_____

6) Які джерела допомагають в організації цієї роботи?

_____

7) Що заважає проведенню такої роботи?

_____

Для аналізу результатів анкетування за першими трьома запитаннями наведемо відповідну гістограму (рис. 3.1), бо, як досить вдало висловилися автори підручника зі статистичних методів у педагогіці та психології Дж. Гласс та Дж. Стенлі, "… один маленький графік може більше прояснити суть справи, ніж дюжина таблиць та параграфів" [47, с. 43-44].

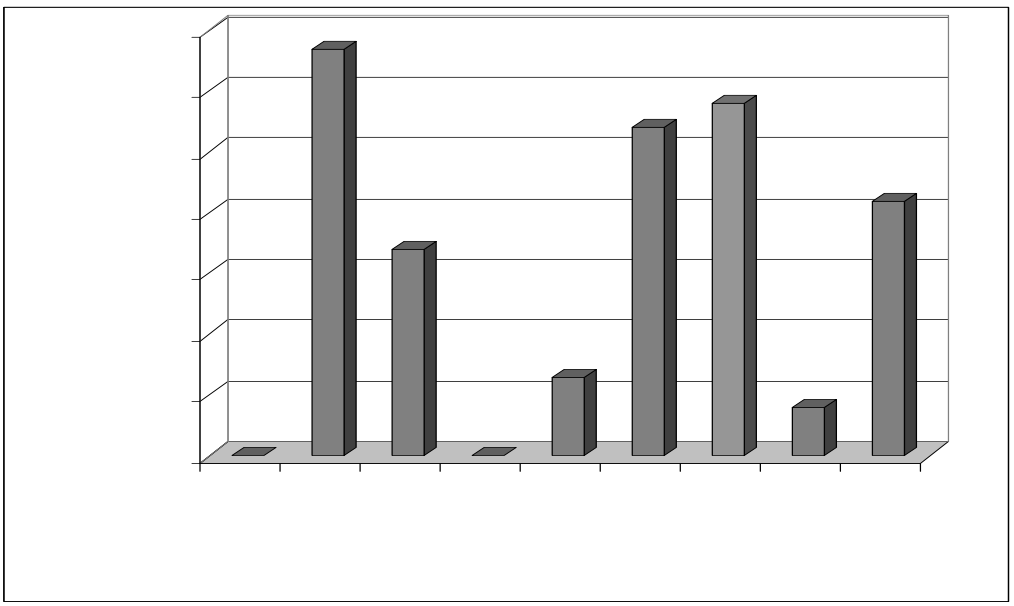


Рис. 3.1. Розподіл відповідей учителів на запитання анкети

За результатами анкетування виявилося, що ні один вчитель фізики, з тих які були нами опитані, роботу з навчання учнів мови фізики, постійно не проводить. Тільки 16 учителів цю роботу проводять, але епізодично. Інші 8 її не застосовують взагалі. Серед тих, хто цю роботу все ж таки проводить, 13 вчителів її не планують. Тільки троє вчителів фізики планують її у поурочному плані. Тематичні плани опитаних нами вчителів цю роботу не передбачають.

Ті з учителів, хто використовує у своїй педагогічній діяльності роботу з навчання учнів мови фізики (хоча б епізодично), за мету поставили: отримання дієвих предметних знань — 14 учителів; розвиток мислення учнів — 2; формування пізнавального інтересу — 10. Зазначимо, що були з них такі, які на

третє запитання анкети обрали більше, ніж одну відповідь. Серед власних варіантів відповідей на це запитання зустрічалися такі: вміння аналізувати фізичну інформацію, розуміння учнями тексту шкільного підручника з фізики, володіння фізичною термінологією.

За допомогою четвертого запитання було з'ясовано, що вчителі фізики обирають різні види мовної роботи, зокрема з фізичними термінами. Так, вісім учителів систематично на уроках фізики розкривають етимологічне значення введених термінів. Учні трьох опитаних нами вчителів фізики постійно ведуть фізичний словник і активно з ним працюють. П'ять вчителів проводять тематичні термінологічні диктанти. Два вчителя фізики з тих, хто проходив анкетування, термінологічну роботу проводять в ігровій формі — учні складають і розгадують кросворди, криптограми, шаради тощо.

У плануванні та здійсненні цієї роботи вчителю допомагають газети та журнали (63%), дидактична література (83%), термінологічні словники (23%). Однак ні матеріали засідань методичних об'єднань, ні курси підвищення кваліфікації як допомога в організації мовної роботи виявленими не були.

Слід сказати, що, відповідаючи на останнє запитання анкети, вчителі висловлювали зауваження щодо відсутності методичних рекомендацій для проведення роботи з навчання учнів мови фізики.

Тому далі робота велася у напрямку розробки та попередньої апробації спеціальних вправ для навчання учнів мови фізики.

3.2. Організація роботи в експериментальному і контрольному класах та порівняння результатів навчання

На другому етапі (2000-2006 рр.) проводилася подальша розробка основ методики навчання учнів мови фізики та відбувалося її експериментальне впровадження в шкільну практику.

Пропонована нами методика навчання учнів мови фізики була апробована у Запорізькому обласному центрі науково-технічної творчості учнівської молоді "Грані", у загальноосвітній середній школі №15 м. Запоріжжя, у Запорізькому ліцеї №105, а також у Запорізькій гімназії №28. Дидактичні матеріали у вигляді навчальних вправ на перевірку знання учнями мови фізики впроваджувалися як у вищезазначених закладах, так і у школах № 1, 2, 11, 16 м. Бердянська Запорізької області, а також у Херсонському фізико-технічному ліцеї при Херсонському національному технічному та Дніпропетровському національному університетах.

Контрольний та експериментальний класи були обрані у загальноосвітній школі № 15 м. Запоріжжя. На початку другого етапу педагогічного експерименту результати тестів розумових здібностей і навчальних досягнень з фізики в учнів експериментального та контрольного класів практично не відрізнялися. Але згодом різниця ставала все помітнішою. Про це свідчили як оцінки з тематичних атестацій, так і відзиви адміністрації школи, а також учителів інших предметів природничо-математичного циклу, які працювали в цих класах.

Наразі наведемо результати тієї частини педагогічного експерименту, що оброблялася за допомогою критерію Вілкоксона [57]. Цей критерій спрямований на виявлення різниці в рівнях досягнень учнів однієї і тієї ж групи до і після проведення роботи із застосуванням експериментального фактора.

Діагностична робота “Мовні вправи з фізики” складалася зі спеціально створених мовних завдань на матеріалі навчальної теми “Основи молекулярно-кінетичної теорії” (Додаток В). Вона виконувалася учнями експериментального класу двічі: одразу після вивчення зазначеної теми за традиційною методикою та після вивчення наступної теми “Основи термодинаміки”, на матеріалі якої відбувалася робота із застосуванням спеціально розроблених мовних вправ.

Під час вивчення нової теми паралельно йшло повторення попередньої, але тепер уже з включенням експериментального чинника, тобто з проведенням спеціальної “мовної” роботи.

Наприкінці вивчення теми “Основи термодинаміки” учням експериментального класу була повторно запропонована діагностична робота “Мовні вправи з фізики” (на матеріал з теми “Основи молекулярно-кінетичної теорії”).

Результати виконання учнями експериментального класу діагностичної роботи до і після проведення роботи з навчання учнів мови фізики подані у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Результати дворазового виконання діагностичної роботи
“Мовні вправи з фізики” учнями експериментального класу
10-А ЗОШ № 15 м. Запоріжжя

№ учня	N1	N2	Δ	Ri
1	2	3	4	5
1	10	12	2	6
2	7	11	4	15
3	6	13	7	25,5
4	9	9	0	–
5	4	7	3	11
6	7	10	3	11
7	9	11	2	6
8	5	9	4	15
9	10	12	2	6
10	7	12	5	20,5
11	6	11	5	20,5
12	5	14	9	28
13	8	10	2	6
14	8	13	5	20,5
15	6	8	2	6
16	11	12	1	1,5
17	7	11	4	15
18	8	10	2	6

19	6	12	6	25,5
20	9	14	5	20,5
21	8	9	1	1,5
22	7	12	5	20,5

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5
23	9	11	2	6
24	6	12	6	25,5
25	8	15	7	25,5
26	7	11	4	15
27	8	12	4	15
28	7	10	3	11
29	12	12	0	—
30	7	13	5	20,5

До цієї таблиці занесені всі результати, необхідні для визначення числового значення критерію: N1, N2 — числа вірних відповідей при першій і другій перевірці відповідно, Δ — різниця балів, що отримали учні при першому та другому виконанні завдань, Ri — ранг абсолютного значення додатної різниці вірних відповідей при першій і другій перевірці.

Нуль-гіпотеза H0: навчання мови фізики не змінює кількості вірних відповідей; альтернативна гіпотеза H1: кількість вірних відповідей після навчання мови фізики збільшиться.

Для перевірки гіпотези за одностороннім критерієм Вілкоксона необхідно визначити числове значення критерію T за наступною формулою:

, (3.1)

де Ri — ранг абсолютного значення додатної різниці вірних відповідей при першій і другій перевірці, n — число учнів, в яких ненульова різниця значень вірних відповідей при першій і другій перевірці [57, с. 62].

Розрахунок числового значення критерію за наведеними у таблиці 3.1 даними та формулою (3.1) встановив, що З усіх учнів, які виконували роботу, двоє мають нульову різницю значень вірних відповідей при першій і другій перевірці, отже, n = 28.

Для n > 20 і рівня значущості α

, (3.2)

де — квантіль нормального розподілу, який для рівня значущості α

Так, за формулою (3.2) для нами було знайдене критичне значення критерію Тк = 131. Внаслідок виконання нерівності Т > Ткр (406 > 131), відповідно до правила ухвалення рішення, нульова гіпотеза відхиляється на рівні значущості α = 0,05 і приймається альтернативна. Таким чином, на основі результатів педагогічного експерименту з вірогідністю 0,95 справедливий висновок про підвищення результативності навчальної діяльності з фізики через цілеспрямоване навчання учнів мови фізики.

Для наочності результатів педагогічного експерименту на рис. 3.2 подана

Рис. 3.2. Розподіли учнів експериментального класу за результатами дворазового виконання діагностичної роботи

гістограма розподілу учнів експериментального класу за набраними балами у ході дворазового виконання діагностичної роботи.

Як видно з рис. 3.2, розподіли учнів за набраними балами мають форму близьку до дзвоноподібної. Оскільки моди розподілів (найбільш поширені результати) знаходяться приблизно у середині інтервалу, то можна зробити припущення про збалансованість діагностичного завдання, тобто воно не виявилося надто складним, чи надто простим.

Щоб визначити рівень засвоєння учнями експериментального і контрольного класів програмного матеріалу нової теми “Основи термодинаміки” була складена відповідна діагностична робота (Додаток Г). Учні контрольного класу вивчали обидві теми за традиційною методикою (час на вивчення тем у двох класах за планом був однаковим).

Порівняння результатів виконання учнями контрольного і експериментального класів діагностичних робіт з двох навчальних тем дозволяє констатувати наступне. При традиційному вивченні теми “Основи молекулярно-кінетичної теорії” в обох класах результати виконання діагностичної роботи практично співпадають, що свідчить на користь вірного вибору контрольного і експериментального класів. Результати виконання діагностичної роботи з основ термодинаміки також статистично не розрізнялися. Але треба врахувати, що в експериментальному класі частина навчального часу йшла на повторення попередньої теми із застосуванням “мовної” роботи. Отже, нова тема в експериментальному класі була засвоєна за менший час без погіршення результатів. З іншого боку, були значно покращені результати на матеріалі попередньої теми.

Повторне проведення діагностичної роботи з теми “Основи молекулярно-кінетичної теорії” у контрольному класі показало, що результати принаймні не покращилися порівняно з першим виконанням.

З точки зору перевірки гіпотез нашого дослідження показовими є порівняння експериментального та контрольного класів за результатами виконання завдань, які використовувалися на фізичному факультеті ЗНУ під час приймальних кампаній у 2003-2005 роках.

Так, наприкінці десятого класу ми запропонували учням виконати завдання, яке призначалося для вступників на заочну форму навчання (додаток Д). Воно складалося з дев’яті різних вправ. Дві перші перевіряли розуміння найпростіших фізичних формул, які були спеціально наведені у примітках до вправ. У такий спосіб був виключений фактор незнання фактичного матеріалу з фізики.

Третя та четверта вправа виявляла уміння “згорнути” у математичну формулу мовленнєвий вираз, що стосується існуючих зв’язків між фізичними величинами, та навпаки його “розгорнути”. При цьому дозволялося використовувати власні позначення фізичних величин.

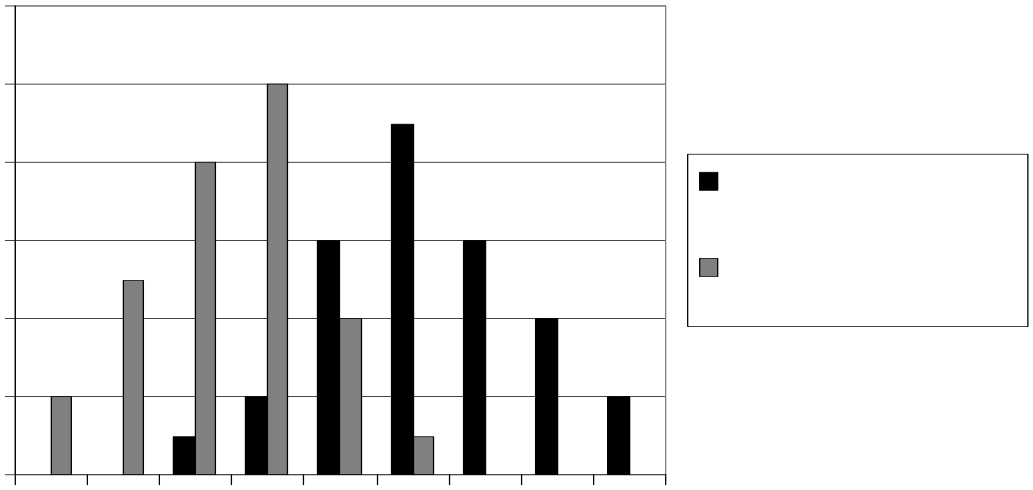
П’ята і шоста вправи перевіряли навички перетворення виразів, що містять символи фізичних величин та їх одиниці. Всі необхідні для виконання вправи формули також були наведені.

Сьома та восьма вправи стосувалися виконання математичних операцій з числовими значеннями фізичних величин та рівняннями, що містили фізичні символи. При цьому припускалося, що учні десятого класу знають певні префікси, що використовуються для утворення десяткових кратних і дольних одиниць. Остання вправа перевіряла сформованість вміння впізнавати графіки елементарних функцій, які відбивали

певні фізичні залежності.

Зазначимо, що у текстах завдання використовувався і незнайомий десятикласникам фактичний матеріал з програми одинадцятого класу [157]. Але, для правильного виконання вправ формально вистачало тільки тієї інформації, що була наведена у примітках, якщо її спромогтися використати.

За кожну правильно виконану вправу учень отримував один бал. Сумарна кількість балів



обумовлювалася кількістю типів вправ та дорівнювала дев'яти. Результати виконання учнями цього завдання подані на рис. 3.3. Проаналізуємо їх за допомогою U-критерію Манна-Уитні. Цей непараметричний критерій дозволяє оцінити відмінності між двома вибірками за рівнем показника, що

Рис. 3.3. Розподіл учнів за результатами
виконання завдань для абітурієнтів

виміряний кількісно. Емпіричне значення Uемп відображає те, наскільки велика зона перекриття результатів порівнюваних груп респондентів. Тому, чим менше Uемп порівняно з критичним значенням Uкр, тим імовірніше, що відмінності достовірні. Значення Uкр для вибірок, що порівнюються визначається за спеціальною статистичною таблицею [185, с. 49].

Для застосування цього критерію необхідно виконати ранжирування результатів. Результати цієї операції представлені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Розрахунок рангових сум за вибірками учнів
експериментального і контрольного класів

Учні експериментального класу		Учні контрольного класу	
Результат	Ранг	Результат	Ранг
9	59,5		
9	59,5		
8	56,5		
8	56,5		
8	56,5		
8	56,5		
7	51,5		
7	51,5		
7	51,5		

Продовження табл. 3.2

Результат	Ранг	Результат	Ранг
7	51,5		

7	51,5		
7	51,5		
6	43,5		
6	43,5		
6	43,5		
6	43,5		
6	43,5		
6	43,5		
6	43,5		
6	43,5		
6	43,5		
		6	43,5
5	33,5		
5	33,5		
5	33,5		
5	33,5		
5	33,5		
5	33,5		
		5	33,5
		5	33,5
		5	33,5
		5	33,5
4	22,5		
4	22,5		
		4	22,5
		4	22,5
		4	22,5
		4	22,5
		4	22,5
		4	22,5
		4	22,5
		4	22,5
		4	22,5
3	12		
		3	12
		3	12
		3	12
		3	12
		3	12
		3	12
		3	12
		3	12
		2	5
		2	5
		2	5

Продовження табл. 3.2

Результат	Ранг	Результат	Ранг
		2	5

		2	5
		1	1,5
		1	1,5
Сума рангів	1303,5		526,5
Розрахована сума рангів			

Сформулюємо гіпотези, які будемо перевіряти.

Нульова гіпотеза H0: група учнів експериментального класу не перевищує групу учнів контрольного класу за результатами виконання завдання; альтернативна гіпотеза H1: група учнів експериментального класу перевищує групу учнів контрольного класу за результатами виконання завдання.

Результати розрахунків подані у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Перевірка гіпотез за допомогою U- критерію Манна-Уитні

Дії, що виконуються	“учні експериментального класу — учні контрольного класу”
Розрахунок рангової суми	, де — кількість респондентів у групі з більшою ранговою сумою, — більша з двох рангових сум.
Пошук критичного значення параметру Uкр (за таблицею)	для ,
Прийняття рішення	У розглядуваному випадку емпіричне значення критерію менше за . Це означає, що можна прийняти альтернативну гіпотезу та стверджувати, що відмінності між групами достовірні.

Таким чином, проведене експериментальне дослідження підтвердило гіпотезу про те, що врахування двомовності розумових процесів через виконання учнями спеціальних завдань на перекодування фізичної інформації у різні форми сприятиме розвитку їхніх розумових здібностей та формуванню в них дієвих фізичних знань.

3.3. Участь учнів — членів Малої академії наук у розробці методичного забезпечення навчального процесу

У ході педагогічного експерименту здійснювалася підготовка учнів до участі у конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт у секціях МАН. Протягом 1998-2007 років функціонував фізичний гурток при Запорізькому обласному Центрі науково-технічної творчості учнівської молоді “Грані”, в якому заняття проводилися за авторською програмою і були спрямовані на оволодіння учнями мовою фізики. Особлива увага на заняттях приділялася мові фізичних задач.

Членами гуртка були учні фізико-математичних класів ліцею № 105 та гімназії № 28 м. Запоріжжя. Знання і вміння, отримані гуртківцями, допомагали їм краще засвоювати поглиблений курс фізики, а потім успішно складати вступні іспити до вищих навчальних закладів.

Крім того, четверо з учнів, які відвідували гурткові заняття стали переможцями обласного туру Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідних робіт учнів — членів МАН з роботами, що безпосередньо пов’язані з тематикою нашого дисертаційного дослідження (див. табл. 3.4). Автор дисертації була їхнім науковим керівником.

За результатами останньої учнівської роботи був отриманий деклараційний патент на корисну модель, опис якої наведений у п. 2.3.3. дисертації. Також за результатами цієї роботи Зоя Курмак зробила доповідь на

конкурсі “Всеукраїнський тиждень науки, техніки, винахідництва і раціоналізаторства”, що відбувся у Києві у січні 2007 року. На секції “Юні техніки і дослідники в науково-дослідницький та конструкторській діяльності” Зоя посіла ІІ місце.

Таблиця 3.4

Результати виступів учнів на секції “Фізика” обласних конференцій МАН

Навчальний рік	Прізвище та ім’я учня	Школа	Клас	Тема роботи	Вчитель фізики	**Місце**
2001/ 2002	Селезньов Юрій	Ліцей № 105	10	Мова фізичних задач	Ю.П. Мінаєв	І
2002/ 2003	Сабо Ігор	Ліцей № 105	11	Геометричні образи при розв’язуванні фізичних задач з кінематики	Ю.П. Мінаєв	ІІ
2003/ 2004	Тихомирова Олена	Ліцей № 105	11	Образні структури при розв’язуванні фізичних задач з теми “Коливання і хвилі”	С.Ю. Білоус	ІІІ
2005/ 2006	Курмак Зоя	Гімна-зія № 28	11	Пристрій для демонстрації поверхні, що описується рівнянням стану ідеального газу	А.М. Андрєєв	ІІІ

Виконані учнями — членами МАН роботи, з якими вони стали переможцями обласного туру конкурсу, доповнили створений арсенал методичного забезпечення “мовної” робот з фізики.

3.4. Використання розробленої системи “мовних” вправ на олімпіадах для абітурієнтів фізичного факультету

Розроблені нами “мовні” вправи з фізики використовувалися і під час проведення фізичних олімпіад для абітурієнтів Запорізького національного університету та на вступних іспитах (2003-2005 рр.)

Розглянемо для прикладу лише результати однієї з олімпіад — заочної олімпіади з фізики, яка відбулася у березні 2004 р. Автор дисертації брала участь у підготовці та проведенні цієї олімпіади як член предметної комісії з фізики.

Завдання олімпіади, що пропонувалися учням одинадцятих класів шкіл м. Запоріжжя та області були опубліковані у повному обсязі у [128], а деякі із них наведені у п. 2.3.1 дисертації. Вправа, на яку наразі звернемо увагу, була названа “Знайди відповідність”. Вона складалася з двадцяти сформульованих словесно фізичних залежностей, до яких треба було підібрати рисунки з графіками та записати фізичні формули (див. табл. 2.2). Рисунки з графіками функцій додавалися (див. рис. 2.11). Певні графіки відповідали декільком залежностям, які словесно формулювалися у першій колонці таблиці 2.2. На відміну від рисунків, формули не були наведені у завданні. Їх учні мали встановити самостійно.

В олімпіаді взяли участь 169 учнів 11-х класів. Над завданнями олімпіади учасники працювали 1 го дину. З метою запобігання відгадування відповідей використовувалася наступна система оцінювання робіт, яка учасникам була попередньо повідомлена. За кожну правильну відповідь нараховувався 1 бал. За неправильну відповідь віднімали 0,25 бала. На старті кожен з учасників отримував 10 балів для того, щоб сумарна кількість балів не була від’ємною. Максимальна кількість балів, що міг отримати учасник з урахуванням “стартових”, становила 50.

Гістограма розподілу учнів за набраними балами подана на рис. 3.4. З цієї гістограми видно, що запропоноване завдання виявилося достатньо складним для більшості випускників середніх загальноосвітніх шкіл. При цьому зміст навчального матеріалу, включений до завдання олімпіади, не виходив за межі шкільної програми [157].

Порівняємо ці результати із результатами виконання завдань олімпіади учнями нашої експериментальної групи, яка на той час вже навчалася в одинадцятому класі. Лише чотири учня з експериментального класу отримали менше за максимальну кількість балів (ці учні до 11 класу навчалися за іншою методикою). Зазначимо, що ці завдання були незнайомі учням експериментальної групи.

3.5. Досвід підготовки майбутніх учителів до роботи з навчання учнів мови фізики

Методика навчання мови фізики у застосуванні до розв'язування фізичних задач була апробована не лише з учнями середньої школи, а і у процесі підготовки майбутніх учителів фізики. Спецкурс "Мова фізичних задач" з 2001 року входить до навчального плану для студентів фізичного факультету Запорізького національного університету, які навчаються за спеціальністю "фізика".

Цей спецкурс сприяє фаховій підготовці майбутнього вчителя фізики до організації роботи з навчання учнів мови фізичних задач. Метою курсу є доповнення та узагальнення знань, які набули студенти під час вивчення як курсу загальної фізики, так і теорії та методики навчання фізики; підготовка студентів до індивідуальної та групової роботи з учнями — учасниками фізичних олімпіад та членами Малої академії наук.

Під час проведення навчальних занять зі спецкурсу основна увага студентів зосереджується на існуванні специфічної мови фізичних задач. Студентам на конкретних прикладах демонструється, як увага до слів умови задачі дозволяє проаналізувати її таким чином, щоб виявити всі необхідні для розв'язування математичні співвідношення.

Зрозуміло, що такий підхід не відміняє розгляду спеціальних методів розв'язування фізичних задач. Але й тут постійно звертається увага студентів на термінологію, яка використовується в цих методах. Невід'ємною частиною спецкурсу є практичні заняття.

Зазначимо, що навчання студентів мови фізичних задач завжди супроводжується їхньою позитивною оцінкою цього процесу. При цьому як побажання вони висловлюють ідею про доцільність введення цього спецкурсу на молодших курсах.

Висновки до третього розділу

1. Попереднє анкетування вчителів дозволило зробити висновок, що систематична робота з навчання учнів мови фізики не може бути запроваджена у практику середньої загальноосвітньої школи без створення відповідних методичних розробок.

2. Проведені нами масові діагностичні перевірки рівня володіння мовою фізики випускниками середніх загальноосвітніх шкіл, а також студентами, які за навчальними планами ВНЗ вивчають курс фізики, показали незадовільний стан справ з цього питання.

3. Проведений формувальний педагогічний експеримент підтвердив доцільність та ефективність створення і використання завдань на переклад фізичної інформації з мови слів на мову образів та у зворотному напрямку як засобу розвитку в учнів мислення та засвоєння ними відповідних знань, умінь і навичок. Розроблена методика навчання учнів мови фізики була апробована як при навчанні учнів середньої загальноосвітньої школи, так і у процесі підготовки майбутніх учителів фізики.

4. "Мовна" робота з фізики викликає в учнів середньої школи жвавий інтерес і бажання провести власні дослідження. Результати виступів на конференціях Малої академії наук школярів, які виконували роботи з "мовної" тематики, свідчать про достатньо високий рівень створюваного ними під нашим керівництвом нового методичного забезпечення навчального процесу з фізики.

5. Опублікування нами методичного посібника надало можливість учителям використовувати розроблені дидактичні матеріали у своїй практичній роботі, на що вказується у довідках про впровадження результатів дисертаційного дослідження.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Результати проведеного дисертаційного дослідження підтверджують висунуті нами гіпотези і дають підстави для таких висновків:

1. Актуальність проблеми дослідження випливає з наявних суперечностей між існуючими програмними вимогами щодо освітніх цілей навчання, зокрема, до оволодіння учнями мовою фізики, і відсутністю відповідних теоретичних та методичних розробок на рівні захищених дисертацій з теорії та методики навчання фізики; між потребою формувати в учнів розумові дії у предметній галузі фізики і відсутністю можливості це робити через те, що мові фізики, яка є обов'язковою ланкою цього процесу, не приділяється належна увага.

2. Обґрунтовано вибір робочого для завдань дисертаційного дослідження означення мови фізики, під якою розуміється система знаково-символічних засобів, які використовуються у навчальному процесі, пов'язаному з вивченням фізики. Ці засоби поділені на нормативні та індивідуальні (за усталеністю і сферою вживання), а також на мовленнєві та образні (за тим, як вони можуть сприйматися).

3. З позицій сучасних психолого-педагогічних концепцій теоретично обґрунтовано новий підхід до розбудови методики навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи. У ньому вперше в теорії та методиці навчання фізики враховане ключове положення єдиної теорії психічних процесів щодо двомовного характеру мислення. Із цього положення робиться висновок, що навчання учнів узгодженню мовленнєвих і образних структур як складових мови фізики має стати для них основою для розуміння навчального матеріалу.

4. Створено систему дидактичних вправ, що конкретизують головну ідею методики, яка полягає у розвитку в учнів здатності здійснювати оборотний переклад з однієї "мови" представлення фізичної інформації на іншу. У нашому підході до навчання мови фізики такі вправи разом із спеціально сконструйованими текстами із завданнями для роздумів є головними матеріалізованими складовими "мовного середовища", яке має сприяти інтелектуальному вихованню школярів (у відповідності до моделі будови ментального досвіду).

5. Запропоновано проводити оперативну діагностику рівня оволодіння учнями мовою фізики за критерієм уміння бачити смислову тотожність зовнішньо різних речень (синонімію) та смислову різницю зовнішньо схожих речень (омонімію).

6. Для формування в учнів базових інтелектуальних характеристик, які є необхідною умовою успішного засвоєння основ фізики, запропоновані такі нові напрямки роботи з навчання учнів мови фізики: ознайомлення учнів із синтаксичними засобами навчальних фізичних текстів; встановлення міжпредметних зв'язків "мовного" спрямування (на матеріалі математики, хімії , мовознавства); використання під час розв'язування фізичних задач методу ключових слів у застосуванні до слів-термінів.

7. Визначені напрямки використання новітніх інформаційних технологій для навчання учнів мови фізики, пов'язані з можливостями мультимедіа.

Розроблені програмні засоби “Електронний консультант з мови фізичних задач” і “Комп’ютерний тренажер-контролер для навчання мови фізики”, методична база яких може поповнюватися і змінюватися.

8. Експериментально доведено, що ефективність і результативність навчальної діяльності учнів, пов’язаної з розв’язуванням задач, проведенням шкільного фізичного експерименту та роботою з навчальними текстами з фізики, підвищується завдяки цілеспрямованому навчанню учнів мови фізики. Врахування двомовності розумових процесів через виконання учнями спеціальних завдань на перекодування фізичної інформації у різні форми сприяє розвитку їхніх розумових здібностей та формує в них дієві фізичні знання.

Виконана робота не вичерпує всіх аспектів проблеми навчання учнів мови фізики. Перспективу розвитку основних ідей дослідження ми вбачаємо у наступному: а) у розробці відповідних методичних посібників для підготовки майбутніх учителів фізики; б) у подальшій розробці комп’ютерного забезпечення методики навчання фізики, що ґрунтується на концепції двомовності розумових процесів; в) в урахуванні на рівні створюваних дидактичних матеріалів факту існування поділу учнів за типами сприйняття і переробки інформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Азимов А. Язык науки: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 280 с.
2. Андерсон Дж. Когнитивная психология. – СПб.: Питер, 2002. –496 с.
3. Анофрикова С.В. Система действий при формировании физических понятий // Физика в школе. – 1983. – №5. – С. 43–46.
4. Афанасьєва* Н.І. Контроль і оцінювання досягнень учнів у роботі з термінами на уроках фізики в сучасній середній школі // Зб. наук. праць. Педагогічні науки. – Херсон: Айлант, 2001. – Вип. 24. – С. 179–183.
5. Афанасьєва Н.І. Оволодіння мовою фізики і формування розумових дій // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільского державного педагогічного університету: Серія педагогічна: Дидактики дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільский: КПДПУ, інформаційно-видавничий відділ, 2002. – Вип. 8. – С.13–17.
6. Афанасьєва Н.І., Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П. Залежність якості засвоєння школярами і студентами навчального матеріалу з фізики від рівня розвитку їхнього формального мислення // Вісник Чернігівського державного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 13. Серія: педагогічні науки: Збірник . У 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2002. – №13. – Т.2. – С. 167–172.
7. Афанасьєва Н.І., Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П. Психологічний аналіз стратегій засвоєння навчального матеріалу з фізики // Теорія та методика вивчення природничо-математичних дисциплін: Зб. наук.-метод. праць. Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. – Рівне: РДГУ. 2002. – Вип. 5. – С. 98–102.
8. Афанасьєва Н.І., Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П. Термінологічна контрольна робота з молекулярної фізики та термодинаміки // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НауМетАУ, 2002. – Т.2: Теорія та методика навчання фізики. – С.5–10.

*** Афанасьєва – прізвище дисертанта Тихонської Н.І. у шлюбі.**

9. Афанасьєва Н.І., Мінаєв Ю.П. Навчання мови фізичних задач майбутніх учителів // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В.Винниченка, 2002. – Вип. 42. – С. 150–153.
10. Афанасьева Н.И., Минаев Ю.П. Язык физических задач // Преподавание физики в высшей школе. Научно-методический журнал. – Москва. – 2003. – №25. – С. 5–13.
11. Афанасьева Н.И., Самойленко П.И., Сергеев А.В. Роль и место информационных технологий в терминологической работе при изучении физики в среднем учебном заведении // Информационные технологии обучения в высшей профессиональной школе. Материалы VII Международной научно-методической конференции. – Москва, 2001. – Вып. 5. – С. 241–243.
12. Афанасьєва Н.І., Сергєєв О.В. До питання про термінологію у навчальному фізичному експерименті та в засобах його реалізації // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. Засоби реалізації сучасних технологій

навчання. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, – 2001. – Вип. 34. – С. 193–197.

13. Афанасьєва Н.І., Сергєєв О.В. Термінологічна міжпредметна робота як передумова реалізації у навчанні міжпредметних зв'язків в сучасній середній школі // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільского педагогічного університету. Серія педагогічна: Модель середньої фізичної освіти в умовах переходу на 12-річний термін навчання. – Коломія: ВПТ "ВІК", 2001. – Вип. 7. – С. 94–103.

14. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 488 с.

15. Бабанский Ю.К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса. – М.: Просвещение, 1982. – 192 с.

16. Бабанский Ю.К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований. – М.: Педагогика, 1982. – 192 с.

17. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения: Пособие для учителя. – М.: Просвещение, 1983. – 432 с.

18. Бархударов С.Г. О значении и задачах языка научных исследований в области терминологии // Лингвистические проблемы научно-технической терминологии. – М.: Наука, 1970. – 231с.

19. Бесчастная Н.С. Физика в рисунках. – М.: Просвещение, 1981. – 121 с.

20. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.

21. Блонский П.П. Память и мышление. – СПб.: Питер, 2001. – 288 с.

22. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. Мозг, разум и поведение: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 248 с.

23. Богоявленский Д.Н., Менчинская Н.А. Психология усвоения знаний в школе. – М.: АПН РСФСР, 1959. – 347 с.

24. Босенко Ф.З. Наочність при розв'язуванні задач з фізики. – К.: Рад. шк., 1971. – 119 с.

25. Бугаёв А.И. Методика преподавания физики в средней школе. Теоретические основы: Учеб. пособие для пед. ин-тов по физ.-мат спец. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.

26. Бугаёв А.И., Ляшенко А.И. Об определении физических понятий // Физика в школе. – 1978. – №4. – С. 66–68.

27. Бугайов О. Концепція фізичної освіти у 12-річній загальноосвітній школі // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – №6. – С. 6–13.

28. Бугайов О.І., Мартинюк М.Т., Смолянець В.В. Фізика. Астрономія: Пробн. підручник для 8 кл. серед. шк. / За ред. проф. О.І. Бугайова. – К.: Освіта, 1996. – 367 с.

29. Будний Б.Є. Формування фундаментальних фізичних понять (теоретичні основи). – К.: А.С.К., 1996. – 128 с.

30. Буринська Н.М. Хімія: Підручник для 9 кл. серед. загальноосвіт. шк . – Київ; Ірпінь: Перун, 1998. – 160 с.

31. Бушок Г.Ф., Венгер Е.Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе. – К., 2000. – 415 с.

32. Вакуленко М.О. Російсько-український словник фізичної термінології / За ред. О.В. Вакуленка. – К., 1996. – 236 с.
33. Ведин Ю.П. Познание и знание. – Рига: Зинатне, 1983. – 309 с.
34. Ведин Ю.П. Структура, истинность и правильность мышления. – Рига: Лиесма, 1979. – 194 с.
35. Веккер Л.М. Психика и реальность: единая теория психических процессов. – М.: Смысл, 1998. – 685 с.
36. Веккер Л.М. Психические процессы: В 3 т. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1976. – Т. II. Мышление и интеллект. – 342 с.
37. Величко С.П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі. – Кіровоград, 1998. – 302 с.
38. Вертгеймер М. Продуктивное мышление: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1987. – 336 с.
39. Власов А.Д., Мурин Б.П. Единицы физических величин в науке и технике: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с.
40. Волковыский Р.Ю. Определение физических понятий и величин. – М.: Просвещение, 1976. – 48 с.
41. Выготский Л.С. Психология. – М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2000. – 1008 с.
42. Гайдучок Г.М., Нижник В.Г. Фронтальний експеримент з фізики в 7 -11 класах середньої школи: Посібн. для вчителя. – К.: Рад. шк., 1989. – 175 с.
43. Гальперин П.Я. Введение в психологию: Учебное пособие для вузов. – М.: Книжный дом “Университет”, 2000. – 336 с.
44. Гельфгат І.М. та ін. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики. – Харків: Гімназія, 2002. –104 с.
45. Гельфгат И.М., Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А. 1001 задача по физике с решениями. – ИМП “Рубикон”, 1997. – 592 с.
46. Гельфман Э.Г., Холодная М.А. Психодидактика школьного учебника. Интеллектуальное воспитание учащихся. – СПб.: Питер, 2006. – 384 с .
47. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии: Пер. с англ. – М.: Прогрес, 1976. – 495 с.
48. Головко М.В. Всеукраїнська науково-методична школа та її внесок у розвиток теорії та методики навчання фізики // Фізика та астрономія. 2006. – №5. – С. 28–31.
49. Гомоюнов К.К. Глобальная экологическая проблема и врачевание знаний // Экология и жизнь. – 2001. – №2. – С.28–32.
50. Гончаренко С.У. Методика навчання фізики в середній школі: Механіка. – К.: Рад. шк., 1984. – 208 с.
51. Гончаренко С.У. Наука і навчальний предмет // Наукові записки. – Випуск 66. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. 2006. – Частина 1. – С. 3–11.
52. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. – К.: Либідь, 1997. – 376 с.

53. Гончаренко С.У., Ляшенко О.І. Основні поняття і закони фізики. – К.: Рад. Школа, 1986. – 286 с.

54. Гончаренко С.У. Фізика. 10 кл. Пробн. навч. посібник для ліцеїв та класів природничо-наук. профілю. – К.: Освіта, 1996. – 445 с.

55. Горбань М. Навчаймо дітей працювати з підручником // Фізика та астрономія в школі. – 2000. – №3. – С. 39–42.

56. Горский Д.П. Вопросы абстракции и образования понятий. – М.: Акад. наук СССР, 1961. – 351с.

57. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.

58. Груденов Я.И. Методы усвоения математических предложений // Математика в школе. – 1981. – №3. – С.46–48.

59. Давиденко А.А. Методика розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики (теоретичні основи). – Ніжин: ТОВ "Видавництво "Аспект-Поліграф", 2004. – 264 с.

60. Давидов В.В. Теория развивающего обучения. – М.: Педагогика, 1986. –239 с.

61. Демышев В.Ф. О некоторых величинах и терминах // Физика в школе. – 1999. – №5. – С.78.

62. Деньгуб В.М., Смирнов В.Г. Единицы величин: Словарь-справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 240 с.

63. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Освіта України. – № 5 (500), 20 січня 2004. – С. 1–13.

64. Державний стандарт України ДСТУ 3651.0-97. Метрологія. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. – К.: Держстандарт, 1998. – С. 1–9.

65. Державний стандарт України ДСТУ 3651.1-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення – К.: Держстандарт, 1998. – С. 1–75.

66. Державний стандарт України ДСТУ 3651.2-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні поняття, назви та позначення – К.: Держстандарт, 1998. – С. 1-7.

67. Доблаев Л.П. Психологические основы работы над книгой. – М.: Книга, 1970. – 72 с.

68. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Асимметрия мозга и асимметрия сознания человека // Вопросы философии. – 1993. – №4. – С. 125–134.

69. Енохович А.С. Справочник по физике и технике. – М.: Просвещение, 1989. – 349 с.

70. Ефименко В.Ф. Методологические вопросы школьного курса физики. – М.: Педагогика, 1976. – 224 с.

71. Єфремова О.І. Міжпредметні зв'язки фізики і математики у 9-11 класах середньої загальноосвітньої школи: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13. 00.02 / – К., 2001. – 20 с.

72. Жук Ю.О. Використання засобів НІТ у лабораторному практикуму з фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2000. – №3. – С. 35–38.

73. Жук Ю.О. Структура навчальної фізичної задачі // Фізика та астрономія в школі. – 1998. – №4. – С. 48– 50.

74. Задачи по физике: Учеб. пособие / Под ред. О.Я. Савченко. – М.: Наука, 1988. – 416 с.

75. Занков Л.В. Сочетание слова учителя и средств наглядности в обучении. – М.: АПН РСФСР, 1958. – 342 с.

76. Занков Л.В. Избранные педагогические труды. – М.: Педагогика, 1990. – 418 с.

77. Зверева Н.М. Активизация мышления учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1980. – 112 с.

78. Зельдович Я.Б., Хлопов М.Ю. Драма идей в познании природы (частицы, поля, заряды). – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 240 с.

79. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. – М.: Педагогика, 1978. – 128 с.

80. Ительсон Л.Б. Лекции по общей психологии. – М.: Изд. АСТ, 2002. – 896 с.

81. Калапуша Л., Олійник А. Особливості формування в учнів фізичних понять // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №6. – С. 26– 28.

82. Каленик М.В. Формування поняття фізичної величини в учнів основної школи: Дис... канд. пед. наук: 13.00.02. – Запоріжжя, 1999. – 208 с.

83. Калмыкова З.И. Продуктивное мышление как основа обучаемости. – М.: Педагогика, 1981. – 200 с.

84. Камке Д., Кремер К. Физические основы единиц измерения. – М.: Мир, 1980. – 208 с.

85. Кантор И.М. Понятийно-терминологическая система педагогики: Логико-методологические проблемы. – М.: Педагогика, 1980. – 158 с.

86. Каплун С.В., Решетняк В.Г. До методики формування понять напруженості та потенціалу електричного поля // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – №2. – С.2– 6.

87. Касперський А.В. Система формування знань з радіоелектроніки у середній та вищій педагогічних школах. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2002. – 325 с.

88. Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. – М.: Наука, 1967. – 411 с.

89. Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П., Тихонська Н.І. Мінімальні вимоги до фізико-математичної підготовки випускників сучасної середньої школи у завданнях вступних іспитів до вищих навчальних закладів // Зб. наук. праць Кам’янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактики дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам’янець-Подільський: КПДУ, 2004. – Вип.10. – С. 68– 71.

90. Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П., Тихонська Н.І. Про вивчення основних понять молекулярно-кінетичної теорії, з якими учні мають бути знайомі з курсу хімії // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.

Шевченка. Випуск 36. Серія: педагогічні науки: Збірник у 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2006. – № 36. – Т. 1. – С. 104– 110.

91. Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П., Тихонська Н.І. Фізико-математичні вправи на вступних іспитах до університету та олімпіадах для абітурієнтів: Навчальний посібник / За заг. ред. Ю.П. Мінаєва. – Запоріжжя: ЗНУ, 2005. – 98 с.

92. Кенева И.П., Минаев Ю.П., Тихонская Н.И. Обучение школьников языку физики в свете результатов современных психологических и соционических исследований // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної парадигми. – Кам'янець-Подільський: КПДУ, 2006. – Вип. 12. – С. 46– 49.

93. Кікоїн І.К., Кікоїн А.К. Фізика: Підруч. для 9 кл. серед. шк. – К.: Рад. шк., 1990. – 208 с.

94. Коваленко В.Г., Слєдзінський І.Ф. Математична символіка / За ред. І.Ф. Тесленка. – К.: рад. шк., 1981. – 80 с.

95. Копнин П.В. Логические основы науки. – К.: Наукова думка, 1968. – 283 с.

96. Корніяка О.М. Лабіринти розуміння: Текст як об'єкт розуміння. – К .: Знання, 1990. – 48 с.

97. Коршак Є.В., Шут М.І., Грищенко Г.П., Савченко В.Ф. Особливості структури вивчення фізики у 12-річній школі // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільского педагогічного університету. Серія педагогічна: Модель середньої фізичної освіти в умовах переходу на 12-річний термін навчання. – Коломія: ВПТ "ВІК", 2001. – Вип. 7. – С. 40–43.

98. Коршак Є.В. та ін. Фізика, 8 кл.: Підручник для серед. загальноосвіт . шк. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко – Київ; Ірпінь: ВТФ "Перун", 1999. – 200 с.

99. Костюк Г.С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості. – К.: Рад. шк., 1989. – 608 с.

100. Крамор В.С. Повторяем и систематизируем школьный курс алгебры и начал анализа. – М.: Просвещение, 1990. – 416 с.

101. Кремінський Б.Г. Формування сучасного наукового стилю мислення учнів в процесі навчання фізики: Дис... канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 1997. – 202 с.

102. Кривенко Д.Т. Становлення вихідних кількісних понять у фізиці. – К: Наукова думка, 1997. – 143 с.

103. Кулебакин С.В., Климовицкий Я.А. Работы по построению научно-технической терминологии в СССР и советская терминологическая школа // Лингвистические проблемы научно-технической терминологии. – М.: Наука, 1970, С. 11–39.

104. Купер Л. Физика для всех. В. 3 т. – М.: Мир, 1973. – Т.1. – 479 с.

105. Кутина Л.Л. Формирование языка русской науки. – М.: Наука, 1964. – 216 с.

106. Лекции по общей психологии / А.Р. Лурия. – СПб.: Питер, 2004. – 320 с.

107. Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения: В 2 т. – М.: Педагогика, 1983. – Т.1. – 392 с., – Т. II. –320 с.

108. Лотте Д.С. Основы построения научно-технической терминологии. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1962. – 158 с.

109. Лурия А.Р. Язык и сознание. / Под ред. Е.Д. Хомской. Ростов н/Д.: Феникс, 1998. – 416 с.

110. Ляшенко А.И. Система определений и ее функции в процессе формирования понятий школьного курса физики: Автореф. дис... канд. пед наук: 13.00.02 / – К., 1979. – 24 с.

111. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.

112. Маклаков А.Г. Общая психология. – СПб.: Питер, 2001. – 592 с.

113. Максимова В.Н. Межпредметные связи в процессе обучения. – М.: Просвещение, 1988. – 192 с.

114. Мартинюк М.Т. Науково-методичні засади навчання фізики в основній школі: Автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Інститут педагогіки АПН України. – К., 1999. – 34 с.

115. Марченко О.А., Мінаєв Ю.П., Циганок М.Н. Вплив системи оцінювання навчальних досягнень на вибір методів навчання // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. – Херсон: Айлант, 2001. – Випуск 24. – С. 37–44.

116. Марченко О.А., Мінаєв Ю.П., Циганок М.М. Застосування спеціальних завдань для активного оволодіння теоретичним матеріалом з фізики // Зб. Наук. праць Кам’янець-Подільского державного педагогічного університету: Серія педагогічна: Дидактики дисциплін природознавчо-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам’янець-Подільский: КПДУ, 2000. – Вип.6. – С.165–169.

117. Мацько Л.І., Сидоренко О.М. Українська мова: Посібник. – К.: Либідь, 1996. – 432 с.

118. Межпредметные связи естественно-математических дисциплин: Сб. статей / Под ред. В.Н. Федоровой. – М.: Просвещение, 1980. – 207 с.

119. Менчинская Н.А. Проблемы учения и умственного развития школьника: Избранные психологические труды. – М.: Педагогика, 1989. – 224 с .

120. Методика навчання фізики в середній школі (Загальні питання). Конспекти лекцій / За ред. В.Ф. Савченко. – Чернігів, 2003. – 110 с.

121. Микиша А. М., Орлов Б. В. Толковый математический словарь. Основные термины: около 2500 терминов. – М.: Рус. яз., 1988. – 244 с.

122. Мінаєв Ю.П. Навчання мови фізичних задач // Шляхи підготовки вчителя фізики до розв’язування професійних задач: Тези доповідей і повідомлень регіональної науково-теоретичної і практичної конференції. 27-29 травня 1993 р. – Запоріжжя. – С. 128–129.

123. Мінаєв Ю.П. Технологізація процесу формування вміння розв'язувати фізичні задачі // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – №2. – С. 25–30.

124. Мінаєв Ю.П., Афанасьєва Н.І. Метод ключових слів при роботі з текстами умов і розв'язків фізичних задач // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2002. – Вип. 46. – С. 87–90.

125. Минаев Ю.П., Самойленко П.И., Цыганок М.Н. Максимизация знаний: выбор образовательной стратегии методом математического моделирования // Приложение к ежемесячному теоретическому и научно-методическому журналу "Среднее профессиональное образование". – 2001. – №3. – С. 147–160.

126. Мінаєв Ю.П., Тихонська Н.І. Розробка вправ для засвоєння прийомів осмислення навчального тексту з фізики // Збірник наукових праць: Спеціальний випуск / Гол. ред. В.Г. Кузь. – К.: Наук. світ, 2003. – С. 173–180.

127. Минаев Ю.П., Тихонская Н.И., Цыганок М.Н. Углубление знаний о свойствах реальных газов при работе с альтернативными учебниками // Физика в школе. – 1999. – №5. – С. 43–46.

128. Мінаєв Ю.П., Тихонська Н.І. Вправи для навчання учнів мови фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2006. – №5. – С. 17-21.

129. Москвин О.В. К изучению физических величин // Физика в школе. – 1986. – №1. – С. 33–36.

130. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. – М.: Просвещение, 1989. – 192 с.

131. Налимов В.В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. – М.: Наука, 1979. – 303 с.

132. Нечет В.І. Основи теорії навчання фізики в загальній середній школі. – Запоріжжя: АТ "Мотор Січ", 1997. – 201 с.

133. Нижник В.Г., Грищенко Г.П., Перепелиця Є.О., Федорук Г.А. Просторові моделі під час вивчення газових законів // Фізика та астрономія в школі. – 1998. – №3. – С. 30–34.

134. Нижник В.Г., Сиротюк В.Д., Чумак М.Є. До методики введення поняття внутрішньої енергії у 8 класі // Фізика та астрономія в школі. – 1999. – №2. – С.22–23.

135. Нижник В.Г. та ін. Дидактичні матеріали з фізики для 7 класу: Посіб. для вчителів / В.Г. Нижник, Є.В. Коршак Є.В., В.Д. Сиротюк. – К.: Пед. преса, 1999. – 84 с.

136. Никитина С.Е. Семантический анализ языка науки. – М.: Наука, 1987. – 143 с.

137. Нурминский И.И., Гладышева Н.К. Статистические закономерности формирования знаний и умений учащихся. – М.: Педагогика, 1991. – 224 с.

138. Основы математической статистики и ее применение / Под ред. В. Урсяну. Пер. с рум. Л.С. Кучаева. – М.: Статистика, 1970. – 224 с.

139. Основы математической статистики: Учебное пособие для ин-тов физ. культ. / Под ред. В.С. Иванова. – М.: Физкультура и спорт, 1990. – 176 с.

140. Охріменко Ю. Основні вимоги Державних стандартів України щодо метрологічного забезпечення галузі знань, пов'язаних з фізичною наукою // Фізика. – 2001. – № 30 (114). – С. 3–4.

141. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: (теоретичні основи) /Наук. ред. С.У . Гончаренко, – К.: ТОВ "Міжнар. фін. агенція", 1997. – 177 с.

142. Павлов И.П. Рефлекс свободы. – СПб.: Питер, 2001. – 432 с.

143. Пасічник Ю.А., Заболотний В.Ф., Мисліцька Н.А., Моргунюк В.С. Проблеми використання державних стандартів в розбудові сучасної дидактики фізики // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільского державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам'янець-Подільский: КПДУ, 2005. – Вип. 11. – С. 157–160.

144. Пат. 17081U Україна, G 09 B 23/06, G 09 B 23/16. Пристрій для демонстрації поверхні, що описується рівнянням стану ідеального газу / З.С. Курмак, Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська. – № U200602081; Заявл. 27.02.2006; Опубл. 15.09.2006; Бюл. № 9. – 6 с.

145. Педагогика: педагогические теории, системы, технологии / С.А. Смирнов, И.Б. Котова, Е.Н. Шиянов и др.; Под ред. С.А. Смирнова. – М.: Академия, 2003. – 512 с.

146. Перышкин А.В., Родина Н.А. Физика: Учеб. для 8 кл. сред. шк. – М. : Просвещение, 1989. – 191 с.

147. Петров Ю.А. Азбука логичного мышления. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 104 с.

148. Петрушенко Л.А. Философское значение понятия "обратная связь" в кибернетике. – Вестник ЛГУ, 1960. – № 17. – Вып. 3. – С. 12–19.

149. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. – М.: МПА, 1994. – 680 с.

150. Повар С.В. Доцільність введення в шкільний курс математики гіперболічного параболоїда // Педагогічні науки. Збірник наукових праць.– Херсон: Айлант, 2000. – Випуск 15. – Ч II. – С. 67–73.

151. Пойа Д. Как решать задачу. – М.: Учпедгиз, 1959. – 345 с.

152. Польова Г.В., Ушаков А.В. Формування об'єму і змісту поняття "сила" в механіці // Фізика та астрономія в школі. – 1999. – №4. – С. 24–27.

153. Поспелов Н.Н. Как готовить учащихся к выполнению домашних заданий. – М.: Просвещение, 1979. – 96 с.

154. Попович М.В. О философском анализе языка науки. – К.: Наукова думка, 1966. – 224 с.

155. Приезжев П.А. Развитие речи на уроках физики // Физика. – 2002. – №10. – С. 1–3.

156. Примаков А.В. Застосування графічного методу розв'язування задач // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – №1. – С. 41–42.

157. Програма для середніх загальноосвітніх шкіл. Фізика. Астрономія. 7-11 класи // Фізика. – 2001. – № 22–23. – 143 с.

158. Психология человека от рождения до смерти / Под ред. А.А. Реана. – СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2001. – 656 с.

159. Райс Ф. Психология подросткового и юношеского возраста. – СПб.: Питер, 2000. – 624 с.

160. Реформатский А.А. Введение в языковедение / Под. ред. В.А. Виноградова. – М.: Аспект-Пресс, 1998. – 536 с.

161. Решанова В.И. Развитие логического мышления учащихся при обучении физике. – М.: Просвещение, 1985. – 92 с.

162. Решетова З.А. Психологические основы профессионального обучения. – М.: МГУ, 1985. – 205 с.

163. Розв'язування задач з фізики: Практикум / За заг. ред. Є.В. Коршака . – К.: Вища шк., 1986. – 312 с.

164. Розенберг М.Й. Методика навчання фізики в середній школі: Молекулярна фізика. Основи електродинаміки. – К.: Рад. школа., 1973. – 239 с.

165. Розенберг Н.М. Использование научной терминологии в школьных учебниках // Проблемы школьного учебника. – М.: Просвещение, 1978. – Вып. 6. – С. 73–88.

166. Ротенберг В.С., Бондаренко С.М. Мозг, обучение, здоровье. – М.: Просвещение, 1989. – 239 с.

167. Російсько-український фізичний словник: 16000 термінів / Укладачі В.В. Гейченко та ін. – Х.: Основа, 1990. – 211 с.

168. Російсько-український словник наукової термінології: Математика. Фізика. Техніка. Науки про Землю та Космос / Укладачі В.В. Гейченко, В.М. Завірюха, О.О. Зеленюк та інші. – К.: Наук. думка, 1998. – 892 с.

169. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. – СПб.: Питер, 2000. – 712 с.

170. Русско-английский физический словарь. Ок. 76000 терминов / Новиков В.Д. и др. – М.: Руссо, 2001. – 928 с.

171. Русско-украинский словарь / Сост. Д.И. Ганич, И.С. Олейник. – К.: Рад. шк., 1979. – 1012 с.

172. Савченко В.Ф. та ін. Уроки фізики у 7-8 класах: Метод. посіб. для вчителів / В.Ф.Савченко, Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко. – К., Ірпінь: ВТФ „Перун" , 2003. – 320 с.

173. Салмина Н.Г. Виды и функции материализации в обучении. – М.: Изд-во Моск. у-та, 1981. – 136 с.

174. Салмина Н.Г. Знак и символ в обучении. – М.: Изд-во Моск. у-та, 1988. – 288 с.

175. Сальник І.В. Графічний метод дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / – К., 2000. – 20 с.

176. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.

177. Сергеев А.В., Самойленко П.И. Методика ознакомления учащихся с языком физической науки // Методические рекомендации по физике. – Вып. 13. / Под ред. П.И. Самойленко. – М. Высш. шк., 1990. – С. 48–88.

178. Сергеев А.В., Самойленко П.И. Методические основы работы с терминами // Специалист. – 1995. – №8. – С. 28–31; – №9. – С. 29–31; – №10. – С. 24–27.

179. Сергеев А.В., Самойленко П.И. Основы методики ознакомления учащихся с научным языком физики // Специалист. – 1994. – №10. – С. 29–35.

180. Сергеев А.В., Самойленко П.И. Работа с терминами при изучении физики // Специалист. – 1996. – №4. – С. 25–28; – №5. – С. 26–30; – №6. – С. 21–24.

181. Сергєєв О.В., Сосницька Н.Л. Шкільні підручники з фізики для основної школи: досягнення, проблеми, перспективи розвитку // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – №4. – С. 15–24.

182. Сергєєв О.В., Тихонська Н.І. Використання евристичних ситуацій у процесі вивчення фізичних термінів // Дидактичні проблеми фізичної освіти в України: Матеріали науково-практичної конференції. – Чернігів: ЧДПУ Т.Г. Шевченка. – 1998. – С. 136–138.

183. Сергієнко В.П. ГДІ Курс фізики: Навч. посібник. – К.: Майстер-клас, 2006. – 368 с.

184. Сергієнко В.П., Матвійчук О.В. Освітнє середовище навчання фізики іноземних громадян на підготовчому відділенні вищого технічного навчального закладу // Освітнє середовище як методична проблема: Збірник наукових праць Херсонського державного університету. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. – С. 141–144.

185. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Речь, 2006. – 350 с.

186. Сиротюк В.Д. Засоби наочності у розв’язуванні фізичних задач // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – №3. – С. 50–54.

187. Сиротюк В.Д. Комплексне використання засобів наочності на уроках фізики в 7-9 класах: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / – К., 1997. – 25 с.

188. Славин А.В. Наглядный образ в структуре познания. – М.: Политиздат, 1971. – 271 с.

189. Словник-довідник з української лінгводидактики: Навчальний посібник / Кол. авторів за ред. М. Тентелюк. – К.: Ленвіт, 2003. – 149 с.

190. Слєпкань З.І. Методика навчання математики. – К.: Зодіак-ЕКО, 2000. – 512 с.

191. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 1600 с.

192. Соколов А.Н. Внутренняя речь и мышление. – М.: Просвещение, 1967. – 248 с.

193. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа. – М.: Педагогика, 1974. – 192 с.

194. Стивенс С.С. Математика, измерение и психофизика // Экспериментальная психология. – Т.1. – М.: ИЛ, 1960. – С. 19–89.

195. Столяр А.А. Логико-математический язык в преподавании математики // Математика в школе. – 1967. – №2. – С. 27–31.

196. Столяр А.А. Логические конструкции школьной алгебры и практика преподавания // Логика и проблемы обучения: Сб. ст. – М.: Педагогика, 1977. – С. 88–124.

197. Стоцкий Л.Р. Физические величины и их единицы: Справ. кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1984. – 239 с.

198. Суперанская А.В. Терминология и номенклатура. // Проблематика определений терминов в словарях разных типов. – Л.: Наука, 1976. – С. 73–83.

199. Суперанская А.В., Подольская Н.В., Васильева Н.В. Общая терминология: Вопросы теории – / Отв. ред. Т.Л. Канделаки, – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 248 с.

200. Сусь Б.А. Дидактичні та методичні основи організації і активізації самостійної навчальної діяльності курсантів при вивченні курсу загальної фізики у вищих технічних військових закладах. – Автореф. дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / – Київ, 1998. – 36 с.

201. Сучасний словник-мінімум іншомовних слів: Близько 6000 слів. – К .: Довіра, 2002. – 445 с.

202. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология: Учеб. для студ. сред. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2001. – 288 с.

203. Тарасенкова Н.А. Теоретико-методичні основи використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів основної школи: Дис. ... д-ра. пед наук: 13.00.02. – Черкаси, 2003. – 500 с.

204. Терещук С.І. Методика формування понять про будову речовин в курсі фізики 8 класу (за новим підручником) // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – №6. – С.16–19.

205. Тихомиров О.К. Психология мышления. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 270 с.

206. Тихонська Н.І. До впровадження технологій навчання фізичних термінів у сучасну середню школу // Педагогічні науки. Збірник наукових праць. – Херсон: Айлант.– 2000. – Вип. 15. – Ч. ІІ. – С. 78–83.

207. Тихонська Н.І. Особливості навчання учнів середньої школи мови фізики // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. – Вип. 23. Серія: педагогічні науки. – Чернігів: ЧДПУ. – 2004. – №23. – С.125–133.

208. Тихонська Н.І. Про розробку методики навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Серія: педагогічні науки. –Чернігів: ЧДПУ. – 2005. – Вип. 30. – С.226–230.

209. Тихонська Н.І. Проблеми технології навчання фізичної мови // Педагогічні науки. Збірник наукових праць. – Херсон: Айлант. – 1999. – Вип. 9. – С. 50–54.

210. Трофимова Т.И. Справочник по физике для студентов и абитуриентов. – М.: ООО “Изд-во АСТ”, 2001. – 399 с.

211. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся научных понятий: Учеб. пособие. – Челябинск, 1988. – 89 с.

212. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. – М.: Педагогика, 1986. – 176 с.

213. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование у учащихся учебных умений. – М.: Знание, 1987. – 78 с.

214. У лабіринтах психології особистості: Світ психічних явищ / Авт.-упоряд. О.В. Тимченко, В.Б. Шапар. – Х.: Прапор, 1997. – 414 с.

215. Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М. Фейнмановские лекции по физике: Пер. с англ. – М.: Мир, 1977. – Вып.1. – 439 с.

216. Физика космоса: Маленькая энциклопедия / Ред. кол. Р.А. Сюняев и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1986. – 783 с.

217. Физические величины: Справочник / А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина , А.М. Братковский и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейликова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – С. 1232.

218. Фізика, 10-11 кл.: Програми для профільн. кл. загальноосвіт. навч. закладів з укр. мовою навч. / О. Бугайов, М. Головко, Л. Закота та ін. – К.: Пед. преса, 2004. – 144 с.

219. Фіцула М.М. Педагогіка. – К.: Академія, 2000. – 544 с.

220. Френкель Я.И. Воспоминания, письма, документы. – Л.: Наука, 1986. – 492 с.

221. Фридман Л.М. Наглядность и моделирование в обучении. – М.: Знание, 1984. – 80 с.

222. Халперн Д. Психология критического мышления – СПб.: Питер, 2000. – 512 с.

223. Хмара Т.М. Навчання учнів математичної мови. – К.: Рад. шк., 1985 . – 95 с.

224. Холлендер М., Вульф Д.А. Непараметрические методы статистики: Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 518 с.

225. Холодная М.А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – Спб.: Питер, 2002. – 272 с.

226. Хомский Н. Язык и мышление: Пер. с англ. – М.: Изд-во МГУ, 1972 . – 122 с.

227. Хуторской А.В. Современная дидактика: Учебник для вузов. – СПб: Питер, 2001. – 544 с.

228. Хуторской А.В. Фундаментальные физические постоянные: Кн. для учителя. – Мн.: Нар. асвета, 1988. – 96 с.

229. Чертов А.Г. Физические величины (терминология, определения, обозначения, размерности, единицы): Справочник. – М.: Аквариум, 1997. – 335 с.

230. Шамало Т.Н. Образные и вербальные компоненты мышления // Физика в школе. – 1998. – №3. – С.18–20.

231. Шапар В.Б. Сучасний тлумачний психологічний словник. – Х.: Прапор, 2005. – 640 с.

232. Шапиро А.И., Бодик В.А. Оригинальные методы решения физических задач: Пособие для учителя. – К.: Магістр – S, 1996. – 158 с.

233. Шарко В.Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти. Монографія. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. – 400 с.

234. Шаталов В.Ф. Куда и как исчезли тройки. – М.: Педагогика, 1979. – 136 с.

235. Шаталов В.Ф., Шейман В.М. Опорные сигналы по физике для 6 класса. – К.: Рад. школа, 1978. – 79 с.

236. Шахмаев Н.М., Шахмаев С.Н., Шодиев Д.Ш. Физика: Учеб. для 10 кл. сред. шк. – М.: Просвещение, 1991. – 240 с.

237. Шевандрин Н.И. Психодиагностика, коррекция и развитие личности. – М.: ВЛАДОС, 1999. – 512 с.

238. Шут М.І., Бережний П.В., Касперський А.В. “Мова” фізики. Довідковий навчальний посібник. – К.: НПУ, 2000. – 37с.

239. Шут М.І., Сергієнко В.П. Науково-дослідна робота з фізики у середніх та вищих навчальних закладах: Навч. посіб. – К.: Шкільний світ, 2004. – 128 с.

240. Элементарный учебник физики / Под ред. Г.С. Ландсберга. – М.: Шрайк, В. Роджер, 1995. – Т. 1. – 608 с.

241. Эльконин Д.Б. Избранные психологические труды / Под ред. В.В. Давыдова, В.П. Зинченко. – М.: Педагогика, 1989. – 554 с.

242. Энциклопедический словарь юного физика / Сост. В.А. Чуянов. –М. : Педагогика, 1984. – 352 с.

243. Энциклопедический словарь юного филолога (языкознание) / Сост. М.В. Панов. – М.: Педагогика, 1984. – 352 с.

244. Энциклопедия для детей: В 16 т. / Глав. Ред. В.А. Володин. – М.: Аванта+, 2002. – Т. 16. Физика. – Ч.1. Биография физики. Путешествие в глубь материи. Механическая картина мира. – 448 с.; – Ч.2. Электричество и магнетизм. Термодинамика и квантовая механика. Физика ядра и элементарных частиц. – 432 с.

245. Эрдниев П.М., Эрдниев Б.П. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике. – М.: Просвещение, 1986. – 255 с.

246. Юдин М.Ф., Селиванов М.Н., Тищенко О.Ф., Скороходов А.И. Основные термины в области метрологии. Словарь-справочник / Под ред. Ю.В. Тареева. – М., 1989. – 318 с.

247. Griffiths D.H. Physics teaching: Does it hinder intellectual development ? // American Journal of Physics. – Vol. 44. – No 1, 1976. – P. 81-85.

248. Hadamard J. An essay on the psychology of invention in the mathematical field. – Princeton, 1945.

249. Hutten E.H. The language of modern physics. – London: George Allen and Unwin Ltd., 1956.

250. Sapir E. Culture, language and personality. – Berkeley: University of California Press, 1960.

ДОДАТОК А
Копія патенту на корисну модель
“Пристрій для демонстрації поверхні,
що описується рівнянням стану ідеального газу”



УКРАЇНА

(19) (UA)

(11) 17081

(51) МПК
G09B 23/06 (2006.01)
G09B 23/16 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

Деклараційний патент
на корисну модель

видано відповідно до Закону України
"Про охорону прав на винаходи і корисні моделі"

Голова Державного департаменту інтелектуальної власності — М. Паладій

(21) u 2006 02081
(22) 27.02.2006
(24) 15.09.2006
(46) 15.09.2006. Бюл.№ 9

(72) Курмак Зоя Сергіївна, Мінаєв Юрій Павлович, Тихонська Наталія Іванівна
(73) ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ" МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦІЇ ПОВЕРХНІ, ЩО ОПИСУЄТЬСЯ РІВНЯННЯМ СТАНУ ІДЕАЛЬНОГО ГАЗУ

Додаток Б

Дидактичні ігри, що сприяють навчанню учнів мови фізики

Логогриф — загадка, для розв'язання якої необхідно відшукати загаданий термін й утворити від нього новий, переставляючи або викидаючи окремі склади чи літери.

Завдання. Відкиньте від назви одного з електродів транзистора перший склад та отримайте слово, яке позначає того, хто читає лекції у вищих навчальних закладах.

Метаграма — загадка, для розв'язання якої необхідно відшукати загаданий термін, якщо змінити в даному терміні одну літеру на іншу.

Завдання. Змінивши першу літеру у назві предмета, який має вигляд плоского круга, отримайте один з термодинамічних параметрів.

Анаграма — загадка, для розв'язання якої необхідно отримати загаданий термін шляхом перестановки літер або складів іншого слова, чи при його зворотному читанні.

Завдання. Переставляючи літери у слові, що означає людину, яка є власністю іншої, отримайте назву позасистемної одиниці тиску.

Шарада — загадка, побудована на визначенні якогось терміна за його частинами або складами, поданими описово, що можуть становити собою й окремі терміни.

Завдання. Приєднайте назву газоподібного стану води до назви речовин, які намагнічуються, та отримайте назву речовин, які в зовнішньому магнітному полі намагнічуються тільки вздовж поля.

Додаток В

Діагностична робота “Мовні вправи з фізики” (на матеріалі навчальної теми “Основи молекулярно-кінетичної теорії”)

1. Чи вірні твердження?
1) Число Авогадро NA дорівнює 6,02·10– 23 моль-1.
2) Молярна маса може бути знайдена як добуток маси однієї молекули речовини на число Авогадро.
3) Молярна маса чисельно дорівнює 1/12 маси атома ізотопу вуглецю С12.
4) Температура збільшується при ізотермічному стисненні.
5) Рівняння стану ідеального газу і рівняння Клапейрона-Менделєєва — це одне й те ж саме.

2. Відновіть пропущений символ та вкажіть, що він означає в даній формулі.

Зразок: . Відповідь: – концентрація молекул.

1) ; 2) ; 3) ; 4) ; 5)

.

3. В яких одиницях СІ вимірюються величини, що обчислюються за наведеними формулами?

Примітка. Відповіді містяться серед таких одиниць СІ: м, с, кг, А, Н, Дж, Па, К.

1) 2) 3) 4) 5) ,

де [ρ] = кг·м-3, [ ] = Па; [ ] = м3, [ ] = кг, [ ]=м·с-1,
[R] = Дж·моль-1·К-1, [ ] = Дж·К-1, [ ] = К, [ ] = кг·моль-1.

Додаток Г

Діагностична робота “Мовні вправи з фізики”
(на матеріалі навчальної теми “Основи термодинаміки”)

1. Чи вірні наступні твердження?

1. Температурні коефіцієнти об’ємного розширення для різних ідеальних газів однакові.
2. Молярна теплоємність ідеального одноатомного газу при постійному об’ємі дорівнює 1,5R.
3. Молярна теплоємність ідеального газу при ізотермічному розширенні дорівнює нулю.
4. Молярна теплоємність має таку саме одиницю, як і універсальна газова стала.
5. Під час ізохоричного процесу газ не виконує механічної роботи.

2. Відновіть пропущений символ та вкажіть, що він означає в даній формулі.

Зразок: . Відповідь: — маса тіла питомої теплоємності , якому передано кількість теплоти . При цьому його температура змінилася на .

1) ; 2) ; 3) ; 4) ; 5) .

3. Поставте у відповідність фізичним формулам їхні назви. Результат подайте у вигляді впорядкованих пар літера – цифра.

Формули: А) ; Б) ; В) ; Г) ; Д) .

Назви: 1) рівняння стану ідеального газу; 2) вираз для роботи газу при ізобарному розширенні; 3) закон збереження енергії в теплових процесах; 4) рівняння Майера; 5) вираз для роботи газу при ізотермічному розширенні; 6) вираз для внутрішньої енергії одноатомного ідеального газу ; 7) зв’язок між питомими теплоємностями при сталому об’ємі та тиску; 8) ККД теплової машини; 9) закон Шарля; 10) ККД машини Карно.

Додаток Д

Текст завдання, що використовувалося для порівняння розвитку розумових здібностей учнів експериментального та контрольного класів

1. Як зміниться сила гравітаційної взаємодії F двох матеріальних точок, якщо відстань між ними R

зменшиться у 2 рази? Примітка: .

2. Як треба змінити швидкість матеріальної точки масою , щоб її кінетична енергія

збільшилася у 5 разів? Примітка: .

3. Запишіть фізичною формулою фразу та наведіть список використаних позначень:
“Енергія електричного поля конденсатора дорівнює половині добутку напруги між його обкладками та заряду на них”.

4. Запишіть фразою (на зразок такої, як у завданні 3) фізичну формулу: , де — період коливань математичного маятника під час гармонічних коливань, — його довжина, — прискорення вільного падіння.

5. Знайдіть з рівності . Примітка: , ,

, , , , , , , ,

, , , .

6. Виберіть до виразу одну з наступних одиниць: м, кг, с, Ом, А, Гц, Н, Дж, Па, Гн, Ф, Тл, Вб, Кл, К, В, Вт. Примітка: можна скористатися відомостями із завдання 5.

7. Знайдіть із рівності: . Примітка: .

8. Виразіть із рівняння вказану величину через інші:

9. Вкажіть до формули відповідний номер рисунка з графіком:

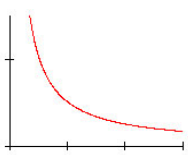


Рис.1

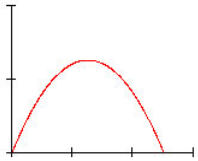


Рис.2

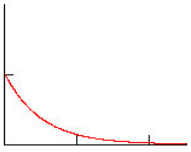


Рис.3



Рис.4

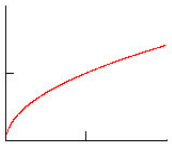


Рис.5

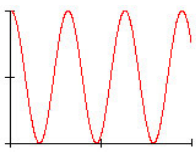


Рис.6

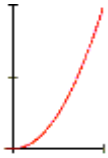


Рис.7

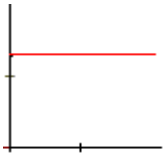


Рис.8



Рис.9

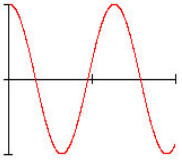


Рис.10