

## Лекції 4-6

### ТЕМА 1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ЦІЛЕПОКЛАДАННЯ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

1. Цілі навчання фізики та їх діагностичність.
2. Таксономії цілей навчання фізики.

*Рекомендована література: 4; 10; 11; 18; 30; 76; 80; 82*

**Цілі навчання фізики** – складова навчальної діяльності, результат навчального процесу і цільова причина, заради чого учень навчається фізики.

Цілі підрозділяються на цілі загальної освіти й цілі навчання предмета, кінцеві і поточні (етапні).

**Цілі загальної освіти і навчання фізики** визначаються на основі соціально-особистісного підходу. Він передбачає передачу соціального досвіду і формування певних якостей особистості. Соціальні цілі визначаються інтересами держави і гарантуються її політикою. Соціальні зміни вносять корективи у цілі освіти. Як підкреслюється у чинній програмі, навчання фізики має загальні дидактичні цілі: освіту, виховання та розвиток учнів. Між ними немає чітких меж ні за змістом, ні за методами та засобами їх досягнення – вони повинні досягатися у єдиному навчально-виховному процесі.

Взагалі цілі загальної освіти формулюють, виходячи з моделі особистості. У літературі використовуються варіативні моделі особистості учня. Зокрема, застосовується модель суб'єкта освіти з елементами: наукові знання з предмета; способи діяльності і методи фізики, що сприяють розвитку творчих здібностей учнів; потреби і мотиви навчання (Л.С.Хижнякова.). Названі елементи дозволяють подати результати навчання як приріст у підсистемі “наукові знання”, “здібності” і “потреби”. У цих підсистемах також проявляються властивості особистості, зокрема, три групи компонентів моделі особистості: перша група стосується досвіду особистості, друга – належить до типологічних властивостей особистості, а третя – механізму психіки.

Відповідно до даної структури моделі особистості цілі загальної освіти формулюються так:

- засвоєння особистістю досвіду попередніх поколінь;
- формування узагальнених типологічних властивостей особистості і розвиток позитивних індивідуальних її властивостей (здібностей, інтересів, нахилів);
- розвиток функціональних механізмів психіки.

У методиці навчання фізики найбільш повно розроблена група цілей засвоєння особою досвіду попередніх поколінь. До цієї групи належать цілі формування знань про фізичні явища, фізичні величини, закони, теорії, фізичну картину світу. Розвиток знань передбачає формування експериментальних, дослідницьких, конструкторських умінь, а також умінь пояснювати явища, застосовувати знання до розв'язування задач. Ця група цілей містить також формування уявлень про роль фізики в житті суспільства, для розвитку техніки та інших наук. У зв'язку з цим метою навчання фізики є підготовка учнів до практичної діяльності, вибору професії.

Мета загальної освіти – формування узагальнених типологічних властивостей особистості – конкретизується такими цілями: формування самостійності, розвиток здібностей, виховання патріотизму, естетичного світосприйняття, розуміння моральних і екологічних проблем у сучасному суспільстві, формування вмінь оцінювати досягнення фізики; виховання правильного поведіння з об'єктами фізики і техніки в умовах використання електронних засобів зв'язку, електричних машин і побутових приладів; виховання бережливого ставлення до природи, до самого себе та до інших людей.

Цілі розвитку індивідуальних властивостей особистості у процесі навчання містять розвиток здібностей до фізики, пізнавального інтересу до предмета, формування позитивних мотивів при вивченні фізики.

До групи цілей – розвиток функціональних механізмів психіки – відносять такі цілі навчання фізики, як розвиток наукового мислення, а також розвиток сприйняття, пам'яті, мови й інших характерних психологічних рис особистості.

Освітній стандарт з фізики містить перелік конкретних цілей навчання фізики, поданий на мові засвоюваного змісту.

**Стандарт освіти** – нормативний документ, що визначає необхідний і достатній рівень підготовки учнів на різних ступенях навчання фізики. В ньому відображаються вимоги до змісту курсу фізики; до рівня обов'язкового навантаження у вигляді навчальних планів.

С.У.Гончаренко, підкреслюючи нормативний характер **стандарту фізичної освіти**, вказує, що він “визначає вимоги до:

- змісту шкільного курсу фізики як загальноосвітнього навчального предмета у вигляді рівня подання навчального матеріалу учням;
- обсягу навчального навантаження у вигляді відведеної на вивчення курсу кількості годин у базовому навчальному плані школи;
- рівня обов'язкового засвоєння школярами змісту у вигляді вимог до знань, умінь, наукових уявлень, рівня розвитку фізичного мислення, сформованості у свідомості учнів фізичної картини навколишнього

світу, а також у вигляді зразків завдань”.

Вітчизняний курс фізики традиційно будується на теоретичній основі. Така система знань передбачає використання фізичного експерименту як провідного методу пізнання.

Стандарт фізичної освіти систематизує вимоги до цілей досягнення за основними фізичними теоріями: механіка, молекулярна фізика (молекулярно-кінетична теорія та основи термодинаміки), електродинаміка з елементами теорії відносності і квантова фізика.

Для вираження вимог використовується поняття про вміння учня. Вміння – це можливість (як здатність) учня до певних дій або операцій на основі наявних знань з предмета. Педагогічні поняття про навчальні вміння, знання і здібності до вивчення фізики тісно взаємопов’язані між собою. Здібності розглядають як механізм розвитку особистості.

Систематизація вимог Українського державного стандарту фізичної освіти проведена не за теоріями, а за змістовими лініями: рух і сили, речовина, поле, енергія, космологія і методи природничо-наукового пізнання. Для цього підходу характерним є збереження наступності у вивченні фізики, відповідність чинним програмам та Концепції фізичної освіти в Україні. Недоліками цього підходу є недостатня чіткість формулювання елементів змісту, що призводить до втрати еталонних властивостей. Крім того, зазначений стандарт фізичної освіти не дозволяє у повному обсязі забезпечити діагностичність цілей навчання фізики.

Порівняємо цей підхід з Російським стандартом фізичної освіти. Для нього також характерним є структурування навчального матеріалу за тими ж п’ятьма змістово-методичними лініями. Проте вимоги, що стосуються кожної фізичної теорії або кожної змістової лінії, поділяються на складові з умовною назвою: наукові знання; інформаційна технологія і методи наукового дослідження, взаємозв’язок людини з природою і проблеми екології.

Вимоги складової “Наукові знання” відображають зміст курсу фізики у вигляді вимог до досягнень навчання про об’єкти фізики – явища, фізичні поняття, в тому числі і величини, закони, теорії, принципи, поняття та ідеї фізичної картини світу.

Вимоги складової “Інформаційна технологія і методи дослідження природи” містять знання про те, що наукову інформацію можна отримати не тільки з книги, а й з експерименту, що з часом змінюються наукові погляди, методи науки. Наукові методи розвиваються під впливом соціальних і культурних умов, досягнень науки і техніки.

Кожна складова освітнього стандарту містить перелік цілей досягнень за певними рівнями, що є безумовною позитивною рисою аналізованого стандарту фізичної освіти.

2. Введення дванадцятибальної системи оцінювання внесло суттєві зміни у процес навчання фізики і ще більше загострило проблему рівневого представлення цілей навчання у вигляді запланованих результатів вивчення теми з фізики.

**Таксономія цілей** навчання – класифікація цілей за рівнями в певній галузі прогнозованого розвитку особистості.

Група цілей утворює так звану когнітивне поле, тобто знання й пізнавальні процеси, наприклад, знання явищ і фактів історії розвитку науки; розуміння методів, що використовуються для встановлення фактів; знання закономірностей; вміння розв’язувати задачі; знання про роль науки в суспільстві. Ці цілі можуть відображати динаміку розвитку інтелектуальної сфери особистості учня.

Друга група цілей освіти містить афективне поле, і включає цілі: формування інтересу до предмета, позитивне ставлення до науки і певної галузі людської діяльності; установки на раціональне вирішення проблеми; схильність задавати питання “чому?”; віру в себе, в силу науки. Зазначені цілі дозволяють активно впливати на емоційну сферу особистості та її

Таблиця 2.1

**Таксономія Б.Блума**

Основні категорії навчальних цілей	Приклади узагальнених типів навчальних цілей
<b>1. Знання</b>	Учень
Ця категорія позначає запам’ятовування і відтворення вивченого, від конкретних фактів до теорій	Відтворює конкретні факти, методи, процедури, правила, визначення
<b>2. Розуміння</b>	Учень
Показником розуміння вивченого слугує перетворення, трансляція знань з однієї форми вираження в іншу; інтерпретація матеріалу, припущення про можливі наслідки	Перетворення формул, інтерпретація фактів спостереження, законів і теорій, а також схем, графіків, діаграм
<b>3. Застосування</b>	Учень
Застосування вивченого матеріалу в стандартних і нових ситуаціях	Застосування правил, методів, понять, законів, принципів, теорій у конкретних умовах
<b>4. Аналіз</b>	Учень
Вичленування частин цілого,	Виділяє головне у змісті,

виявлення взаємозв'язків між ними, розуміння принципів організації цілого	виявляє помилки і спрощення у вивченому матеріалі, виявляє відмінності між фактами, законами і наслідками
<b>5. Синтез</b>	Учень
Отримання цілого з окремих елементів. У цілому новизна виявляється у формі повідомлення, плану дій, сукупності узагальнених знань	Виконує дії творчого характеру, застосовуючи нові схеми і структури; пропонує план проведення експерименту
<b>6. Оцінювання</b>	Учень
Оцінка значень навчального матеріалу на основі чітких критеріїв. Вони можуть бути структурно-логічними (внутрішніми) або відповідати заданим цілям. Критерії можуть визначатися самим учнем або задаватися йому ззовні	Оцінює відповідність висновків наявним даним за певними критеріями; значимість результату діяльності, відповідно до зовнішніх критеріїв; оцінює логіку викладу матеріалу

поведінку. Формування наукового світогляду при вивченні фізики передбачає розвиток когнітивної і емоційної сфер особистості та її поведінки. Найбільш досліджені когнітивні цілі навчання. На їх визначення вплинула широковідома таксономія Б.Блума (табл. 2.1). Він виділив шість основних категорій цілей, розмістив у вигляді ієрархії, що охоплює знання, розуміння, застосування, аналіз, синтез, оцінювання. Будь-яку з когнітивних цілей можна віднести до однієї з шести категорій цілей. Їх слід описати так, щоб про досягнення цілей можна було б судити однозначно. Детальний опис цілей називається специфікацією. При специфікації цілей застосовуються вирази, які дозволяють робити висновок про виконання дій. До таких виразів належать, наприклад, “вибрати”, “розрахувати”, “дати визначення”, “описати”. Цю таксономію цілей можна конкретизувати стосовно до будь-якого предмета, зокрема і щодо фізики. Кожна з категорій передбачає досягнення навчальних результатів за всіма попередніми категоріями.

Недоліком цієї таксономії є відсутність видів здійснення творчої діяльності. Крім того, як підкреслює В.Оконь, розуміння без аналізу і синтезу неможливе, тому природно модифікувати цю таксономію у вигляді послідовності таких рівнів: інформація, аналіз і синтез; розуміння; застосування й оцінювання.

Таксономії певним чином відображають види діяльності в навчанні. Конкретизація їх з предмета дозволяє описати якісні зміни діяльності в процесі її формування на мові засвоєваних змісту і дій. Проте таксономія Б.Блума не відображає специфіки фізики як навчального предмета.

Розглянемо таксономію П.Карпінчика, (таблиця 2.2), доповнивши її графою “Способи навчальної діяльності”. Як видно із таблиці 2.2, застосовано класифікацію способів навчальної діяльності учнів, у якій згідно з принципом циклічності навчання фізики (факти – моделі – наслідки – експеримент) виділяються такі групи способів навчальної діяльності учнів:

1 – моделювання експериментальних ситуацій і мислений дослід над абстрактними моделями; 2 – опис відношень між об'єктами за допомогою фізичних понять, законів; 3 – одержання наслідків із законів; 4 – експериментальна перевірка теоретичних висновків на реальних фізичних об'єктах; 5 – тлумачення сформульованих фізичних закономірностей.

Виділені способи діяльності розглядаються як способи оперування фізичними знаннями в процесі мислення, яке здійснюється на конкретному змісті.

Ми розглядали два види запланованих результатів навчання, що відповідають двом рівням навчання – рівню обов'язкових результатів навчання (РОР), що за таксономією П.Карпінчика відповідає рівню “знання” та продуктивному рівню (ПР), який за цією ж таксономією є рівнем “уміння”. Згідно чинній системі оцінювання РОР включає початковий та середній рівні навчальних досягнень учнів, а ПР – відповідно достатній та високий рівні.

Перший рівень засвоєння (РОР) містить окремі фрагменти діяльності, характерні для теоретичних узагальнень. Цьому рівню відповідають такі групи способів навчальної діяльності:

- 1) розпізнавання моделей у конкретних ситуаціях;
- 2) відтворення основних понять, законів та їх формул;
- 3) одержання найпростіших наслідків із законів і формул.
- 4) прямі вимірювання фізичних величин;

Таблиця 2.2

Таксономія цілей навчання фізики

Рівень	Категорія	Підкатегорія	Способи навчальної діяльності

Знання	Запам'ятовування	Розпізнавати і називати фізичні факти, явища, досліди. Користуватися фізичною мовою, символікою, відтворювати фізичні формули, визначення понять, формулювання законів, з'ясування сутності теорій	Виділення властивостей і відношень реальних об'єктів; застосування інваріантів на рівні окремих дій і операцій
	Розуміння	Розрізнити поняття, закони, принципи, положення теорій. Виконувати порівняння, класифікацію, упорядкування. Пояснювати, описувати, інтерпретувати. Виявляти роль фізики у суспільних змінах, у техніці, в інших науках	Проведення спостережень на реальних об'єктах; моделювання експериментальних ситуацій і мислений дослід над абстрактними моделями; уведення фізичної ідеалізації; застосування інваріантів на рівні послідовності дій III типу орієнтування
Уміння	Застосування знань у типових ситуаціях	Спостерігати явища, вимірювати величини. Користуватися вивченими прикладами для розв'язування подібних задач. Застосовувати поняття, закони і теорії для вирішення типових проблем. Користуватися таблицями, каталогами, графіками, математичною символікою	Опис відношень між об'єктами за допомогою фізичних понять і законів; одержання нових закономірностей; одержання наслідків: застосування моделі для пояснення конкретних явищ і процесів; характеристика фізичних властивостей і взаємозв'язків ідеалізованих об'єктів за допомогою математичних засобів; фізична інтерпретація одержаних результатів, застосування узагальнених інваріантів.
	Застосування знань у проблемних ситуаціях	Помічати проблеми і знаходити способи їх вирішення. Інтерпретувати дані і формулювати узагальнення. Застосовувати наукові методи фізики (індукцію, дедукцію) для розв'язування нових проблем. Створювати і перевіряти теоретичні моделі.	Експериментальна перевірка теоретичних висновків на реальних фізичних установках; вимірювання і розрахунок окремих фізичних величин, що визначають характер протікання фізичних процесів або властивостей фізичних об'єктів

5) відтворення умов застосовності понять і законів.

Другий рівень (ПР) передбачає засвоєння сукупності зв'язків між основними способами діяльності.

Йому відповідає засвоєння таких груп способів навчальної діяльності учнів при вивченні фізики:

1) моделювання об'єктів, що вивчаються;

2) формулювання гіпотез;

3) застосування законів при розв'язанні творчих завдань (конструювання експериментальних установок, дослідження явищ, самостійна робота з навчальною та науково-популярною літературою);

4) експериментальна перевірка теоретичних висновків;

5) тлумачення фізичних законів.

Подання цілей вивчення навчальної теми на основі принципу циклічності у вигляді запланованих результатів навчання фізики робить їх діагностичними, а отже, створює об'єктивні передумови технологізації навчального процесу з фізики. Реалізація виділених цілей відбувається шляхом застосування функціональних інваріантів навчальної діяльності вчителя й учнів, до розгляду яких ми і перейдемо.

## ТЕМА 2. ІНВАРІАНТИ ЯК СКЛАДОВІ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

1. Інваріант як орієнтовна основа діяльності вчителя і учнів.

2. Інваріанти формування фізичних понять

3. Інваріанти розв'язування задач з фізики.

*Рекомендована література: 4; 30; 80; 96*

1. Орієнтація на розвиток особистості, на всебічне врахування діяльнісного аспекту навчального процесу з фізики ставить нові вимоги до організації навчальної діяльності учнів, до професійних знань і умінь учителя фізики. Як підкреслює І.А.Зязюн, виділяючи найважливішу проблему становлення сучасної педагогіки на нових принципах, що складає основу професіоналізму учителя, –“учіння розуміється як знання, сприймається як переконання, втілюється як дія”. З точки зору діяльнісної теорії процес навчання фізики у середній школі можна характеризувати діяльністю учителя і учнів, що реалізується певним способом. Формами існування способу діяльності є інваріанти діяльності вчителя і учнів при навчанні фізики. Такі способи навчальної діяльності транслюються у вигляді технології навчання фізики.

*Інваріант – це припис, орієнтовна основа діяльності вчителя й учнів.* Він складається з опису послідовності дій як уявлення вчителя про майбутню діяльність. Залежно від рівня конкретизації можна виділити різні типи інваріантів: план, проект, програма, підхід, принципи, мета, метод, організаційні форми навчання фізики, способи навчальної діяльності, алгоритм. Ступінь представленості інваріантів у технологіях різний. Конкретні інваріанти представлені більш очевидно, ніж інваріанти більш високого рівня. Наприклад, чітко виражені інваріанти діяльності вчителя фізики при виконанні традиційної

лабораторної роботи : формулювання мети, опис послідовності виконання роботи, демонстрація зразків проведення вимірювань, моніторинг виконання роботи учнями з корекцією їх діяльності, підведення підсумків виконання лабораторної роботи. У зв'язку з тим, що інваріанти більш високого рівня вочевидь не втілені в технології навчання, необхідна спеціальна робота з їх реконструкції. Отже, технологія навчання фізики постає як втілення інваріантів зразків діяльності учителя і учнів. Проте транслюються і реалізуються не окремі інваріанти, а їх поєднання у вигляді складних як у функціональному, так і в елементному плані структур.

Умовно фізику як навчальний предмет структурно можна подати у вигляді двох блоків: змістового і технологічного. До змістовного блоку входять основні знання шкільного курсу фізики, представлені у програмі, такі, як факти, поняття, закони, теорії, фізична картина світу. Допоміжні знання є необхідними складовими ієрархії цілей навчання фізики. До них належать методологічні, світоглядні, історико-наукові, оцінювальні, міжпредметні знання, віднесення яких до групи допоміжних знань зовсім не означає їх низького статусу у структурі змістового блоку.

Розглянемо технологічний блок більш детально, враховуючи рівні конкретизації інваріантів. Технологія навчання фізики постає як втілення інваріантів діяльності вчителя й учнів. Проте транслюються і реалізуються не окремі інваріанти, а їх поєднання у вигляді складних структур, що містять способи навчальної діяльності різних рівнів, способи організації педагогічної взаємодії вчителя фізики й учнів та засоби навчання.

Створення технології навчання за III типом орієнтування передбачає формування насамперед узагальнених способів орієнтування при вивченні фізики. Тому повинні бути виділені такі характеристики, які можна застосувати для всіх сторін навчального процесу з фізики. Технологізація навчального процесу з фізики за III типом орієнтування передбачає формування загальних методів аналізу, зміст яких відповідає специфіці фізики як науки і як навчального предмета. За такої побудови технологій навчання фізики вимога загальності поширюється і на способи навчальної діяльності учнів, і на виділення інваріантів. Метод аналізу повинен також містити виділення специфічної природи технологій навчання фізики як об'єкта вивчення у межах методики навчання фізики. Не дарма на початку вивчення фізики виділяються також і ті знання, у змісті яких представлено не ознаки об'єктів дійсності, а опис способів виділення цих ознак, тобто методи фізики як науки – експериментальні і теоретичні.

**2.** Розглянемо систему способів навчальної діяльності вчителя й учнів, яка використовується при формуванні фізичних понять.

Фізичні поняття, що вивчаються у курсі фізики середньої школи, утворюють досить струнку систему, в якій існує тісний взаємозв'язок як між окремими поняттями, так і між їх групами.

Так, для розуміння поняття «напруженість електричного поля» необхідне знання понять про силу і заряд, а для розкриття змісту такого поняття, як «внутрішня енергія», необхідне знання учнями понять про кінетичну і потенціальну енергію руху і взаємодії молекул тіла. Ця взаємозалежність фізичних понять (і законів) є характерною особливістю фізики і повинна знайти своє відображення у способах навчальної діяльності учнів при вивченні фізики.

Складність методичної роботи вчителя, пов'язаної з виділенням інваріантів навчального процесу з фізики та їх реалізацією, зумовлена тим, що у підручниках і програмах з фізики не розкривається зміст дій з формування і застосування знань. Попри значну кількість елементів фізичного знання кожен з них належить одній з таких груп: поняття про фізичний об'єкт, фізичні явища, фізичні величини; фізичні закони; наукові факти; фізичні теорії; вимірювальні прилади і технічні пристрої.

Можна виділити *узагальнений інваріант способів навчальної діяльності учнів*, що відповідає кожному елементу знання: *а) діяльність зі створення знання; б) розпізнавання ситуацій, що відповідають знанню; в) відтворення ситуацій, що відповідають знанню*. Проте такий інваріант є занадто загальним і вимагає конкретизації. А ця конкретизація, у свою чергу, теж має свої рівні. Розглянемо ієрархію рівнів конкретизації інваріантів діяльності вчителя й учнів на прикладі вивчення фізичних понять.

Процес формування фізичного поняття залежить від його обсягу і може здійснюватися як різною послідовністю способів навчальної діяльності, так і за допомогою різних засобів і організаційних форм навчання фізики. О.І.Бугайов підкреслює, що “процес формування фізичного поняття полягає у послідовному розкритті якісних і кількісних властивостей предметів і явищ, доведеному до їх словесного означення і свідомого практичного використання”.

Для **першого етапу** характерним є **спостереження об'єктів і явищ**. У логічному плані – це сходження від конкретного до абстрактного, що полягає у накопиченні емпіричного матеріалу. Завершується перший етап висновком про необхідність введення нового поняття. Наприклад, вивчення різних випадків руху тіл, коли поступово зменшується вплив сил тертя й опору та інших видів сил на поступальний рух тіла, дозволяє ввести поняття інерції як явища збереження тілом швидкості за відсутності або компенсації дії на нього інших тіл.

**Другий етап** полягає у **формулюванні визначення поняття і наповнення його конкретним змістом**. При цьому у логічному плані відбувається зворотне (стосовно до першого етапу формування поняття) сходження від абстрактного до конкретного. Так, щодо поняття інерція дається його означення, вивчаються характерні особливості і прояви в житті і в техніці.

Виділимо послідовність дій учителя й учнів, закладену в узагальнений інваріант формування фізичного

поняття.

#### **Інваріант вивчення фізичного поняття**

1. Накопичення спостережень і створення основи для введення нового поняття.
2. Вибір і науковий аналіз конкретної ситуації, що забезпечує виникнення у свідомості учнів нового поняття; використання модельних уявлень.
3. Аналіз вивчаюваного об'єкта (явища, величини, моделі) і виявлення його зв'язків з іншими об'єктами (явищами, величинами, моделями).
4. Формулювання означення поняття.
5. Конкретизація і розвиток понять (рух від абстрактного до конкретного).

Проте цей інваріант діяльності вчителя й учнів є узагальненим і охоплює вивчення принаймні чотирьох категорій понять: а) поняття про явища (дифузія, інерція, конвекція, електризація та ін.); б) поняття про фізичні величини (швидкість, прискорення, маса, сила та ін.); в) поняття про фізичні об'єкти (пружинний маятник, електрон, електричне поле і ін.); г) поняття про фізичні моделі (матеріальна точка, абсолютно тверде тіло, математичний маятник, ідеальний газ та ін.). Тобто, йдеться про узагальнений інваріант навчальної діяльності, який у реальному навчальному процесі розщеплюється на чотири конкретизованих інваріанти залежно від категорії поняття. Власне кажучи, під час конструюванні технології навчання фізики слід віддавати перевагу останнім інваріантам, тоді як при теоретичному вивченні навчального процесу з фізики у середній школі більш перспективним є розгляд узагальненого інваріанту. Це зумовлено насамперед необхідністю більш широкого погляду на навчальний процес з фізики і значною варіативністю його складових частин. Також для узагальнених інваріантів характерна відсутність рецептурності, здебільшого притаманна більш конкретизованим інваріантам.

**3. Інваріанти навчальної діяльності учнів, пов'язані з розв'язуванням задач.** Зрозуміло, що в основі діяльності учнів з розв'язування задач з фізики лежать інваріанти різних типів і рівня узагальнення: від узагальненого інваріанту дії (орієнтовна, виконавча та оцінювальна частини) до узагальнених інваріантів, значних за обсягом здійснюваної діяльності, аналогічних за своєю структурою (наприклад, інваріанти, пов'язані з узагальненими вміннями та різними елементами фізичного знання). Проте їх застосування при розв'язуванні задач з фізики носить локальний характер і зумовлене самою природою цього фізичного феномена.

Узагальнений інваріант розв'язування фізичної задачі, що відповідає узагальненому інваріанту діяльності, поданий А.І.Павленко у такому вигляді:

**Перший блок:** усвідомлення змісту, аналіз, переформулювання і доповнення фізичної задачі.

**Другий блок:** побудова і здійснення плану (процесу) розв'язування задачі.

**Третій блок:** перевірка і дослідження результату розв'язування задачі.

Проте конкретизація цього інваріанту шляхом застосування різноманітних алгоритмічних приписів має певні обмеження.

По-перше, алгоритмізація розв'язування фізичних задач може призводити до того, що при аналізі будь-якої фізичної ситуації учні будуть демонструвати формально-логічне мислення.

Наприклад, при розв'язуванні задач на застосування II закону Ньютона інваріанти діяльності учнів містять виявлення діючих на фізичний об'єкт сил та встановлення однозначних зв'язків (у вигляді рівнянь), а потім, на основі формальних математичних перетворень, одержання, як правило, однієї відповіді. Будь-який вихід за межі традиційних задач у вигляді задач творчого, пошукового характеру, задач із неповними або надлишковими даними, задач, що вимагають відповіді “і те, і інше одночасно” ставить учнів перед нерозв'язною проблемою. Це означає, що інваріанти діяльності учителя та учнів при розв'язуванні задач з фізики повинні носити формальний характер лише стосовно до послідовності етапів, стосуватися процесуальної сторони розв'язку задачі, тоді як їх змістове наповнення повинно бути варіативним. Цей висновок поширюється також і на розв'язування типових задач: необхідно прогнозувати можливий характер поведінки об'єкта при зміні тих чи інших фізичних параметрів, аналізувати одержану відповідь як з точки зору розмірностей, так і з точки зору відповідності відповіді реальній фізичній ситуації, описаній у задачі, виділяти окремі випадки взаємодії, прогнозувати варіанти застосування у техніці та ін.

По-друге, як підкреслює А.І.Павленко, “... загальні алгоритми розв'язку НФЗ, що наводяться в літературі, такими насправді не є. Це загальні інструкції з розв'язування задач, що містять як алгоритмічні, так і евристичні операції і підходи”.

Проте розгляд цих “алгоритмів” як інваріантів розв'язування різних типів задач з фізики правомірний з огляду на розуміння останніх як зразків навчальної діяльності.

Розглянемо інваріант діяльності вчителя й учнів з розв'язування задач з фізики, що є конкретизацією наведеного вище узагальненого інваріанту.

**Перший етап розв'язування – читання умови й усвідомлення змісту задачі.** Текст задачі читає або сам учитель, або учень. Його необхідно читати неквапливо, інколи, при необхідності, повторити знову. Учні пояснюється зміст термінів і виразів. Особливо важливе значення має читання і з'ясування змісту задачі на початку вивчення фізики. Звичайно, це стосується застосування в умовах задач синонімів, вживання яких часто викликає в учнів затруднення в ототожненні різних найменувань з відповідною фізичною величиною. Тому корисно проаналізувати умову задачі і визначити, яке фізичне явище у ній описане, що дано і що треба знайти.

*Другий етап – стислий запис умови задачі:* виконання запису у стовпчик, малювання необхідного малюнка, креслення, графіка. За необхідності залишається місце для запису табличних даних.

*Третій етап – аналіз змісту задачі, побудова фізичної моделі* описаного у ній явища чи об'єкта, або його взаємодії з іншими об'єктами. Особливо важливе значення має аналіз тих чинників, якими нехтують, моделюючи задачну ситуацію.

*Четвертий етап – складання плану розв'язку (проведення досліду),* доповнення скороченого запису фізичними константами. На цьому етапі записуються рівняння, відбувається розв'язування задачі у загальному вигляді, тобто учні отримують вирази, що пов'язують шукану величину із заданими в умові.

*П'ятий етап – переведення, при необхідності, заданих значень фізичних величин в Міжнародну систему одиниць (СІ).* Більшість методистів рекомендує привчати учнів до *неухильного* виконання цього етапу, починаючи з сьомого класу. При цьому у більшості випадків вимагається виконання цієї роботи вже після короткого запису умови задачі. Проте, вважаємо, сліпе слідування цій вимозі недоцільне, особливо в тих випадках, коли задані однорідні величини просто скорочуються (зрозуміло, за винятком одиниць вимірювання температури).

*Шостий етап – перевірка й аналіз одержаного виразу за одиницями вимірювання.* Така перевірка дозволяє підставити у розрахунковий вираз лише чисельні значення величин без відповідних одиниць вимірювання.

*Сьомий етап – обчислення.*

*Восьмий етап – перевірка відповіді і її аналіз.* Аналіз відповіді дає можливість учням встановити її реальність і можливі її зміни при врахуванні тих чинників, якими знехтували при створенні фізичної моделі задачної ситуації.

Застосування наведених інваріантів навчальної діяльності вчителя і учнів забезпечує оптимальну організацію навчальної діяльності учнів і є основою для застосування різноманітних форм навчальних занять з фізики, сприяє усвідомленому моніторингу вчителем фізики освітньої траєкторії кожного учня. Адже всі наведені інваріанти можуть бути використані як для контролю знань учнів, так і для самоконтролю.

### ТЕМА 3. КЛАСИФІКАЦІЙНІ ЗАСАДИ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

1. Приклади класифікацій педагогічних технологій.
  2. Класифікація сучасних технологій навчання фізики.
- Рекомендована література: 4; 20; 30; 72; 74; 76; 91-92*

**1.** Поступальний розвиток педагогіки відкриває значні можливості для пошуку нових засобів, форм і методів навчання, що породжує багатоваріантність навчально-виховного процесу. Можна виділити значну кількість різноманітних систем навчання (наприклад, системи Л.В.Занкова, Д.Б.Ельконіна, В.В.Давидова; В.Ф.Шаталова та ін.), поява яких зумовлена неординарністю талановитого педагога (або колективу таких педагогів). Ці системи нерозривно пов'язані з особистісними якостями своїх творців, але за своїми трансляційними властивостями вони мають багато спільного. Тому за певними спільними ознаками педагогічні технології можна класифікувати. Зазначимо, що на сьогодні загальноприйнятої їх класифікації не існує. Навпаки, намітилася тенденція збільшення кількості класифікаційних груп педагогічних технологій. Так, Г.К.Селевко виділяє 12 таких груп педагогічних технологій.

Д.В.Чернилевський та О.К.Філатов, проводячи аналіз теорій навчання, які описані в термінах технологій навчання, виділили узагальнені технології навчання (рис. 3.1) за такими ознаками: з точки зору зміни підходів до подання змісту навчання (технології проблемного, концентрованого і модульного навчання); з точки зору врахування запитів внутрішніх потреб учнів (технології розвивального і диференційованого навчання); з точки зору зміни способів діяльності у навчанні (технології контекстного навчання та дидактичної гри).

Власне кажучи, у цій класифікації йдеться не про усталені зразки педагогічної діяльності, а, навпаки, увага зосереджена на змінах, що відбулися протягом останнього десятиліття в організації і проведенні



Рис. 3.1. Узагальнені технології навчання

педагогічного процесу. Крім того, ця класифікація більшою мірою стосується навчально-виховного процесу у вищих навчальних закладах.

В.Ф.Башарін як класифікаційні розглядає ознаки узагальненості і прикладної спрямованості. Родовим є поняття "педагогічна технологія", тоді як узагальнені педагогічні технології він визначає як синтетичні теорії, побудовані на певних психолого-педагогічних засадах. Більш конкретним є тлумачення прикладних (конкретних) педагогічних технологій як таких, що на методичному рівні вирішують проблему конструювання процесу професійної підготовки, спрямованого на досягнення запланованих результатів навчання.

Дещо інший підхід до класифікації технологій навчання бачимо у А.Я.Савельєва, який пропонує розділяти технології на традиційні та інноваційні і розглядає такі класифікаційні ознаки: за спрямованістю дії; за цілями навчання; за предметним середовищем, для якого розробляється ця технологія; за ТЗН (технічним середовищем); за організацією навчального процесу; за методичним завданням.



2. Розглянемо класифікацію технологій навчання фізики (рис. 3.2), яка відображає такі узагальнені

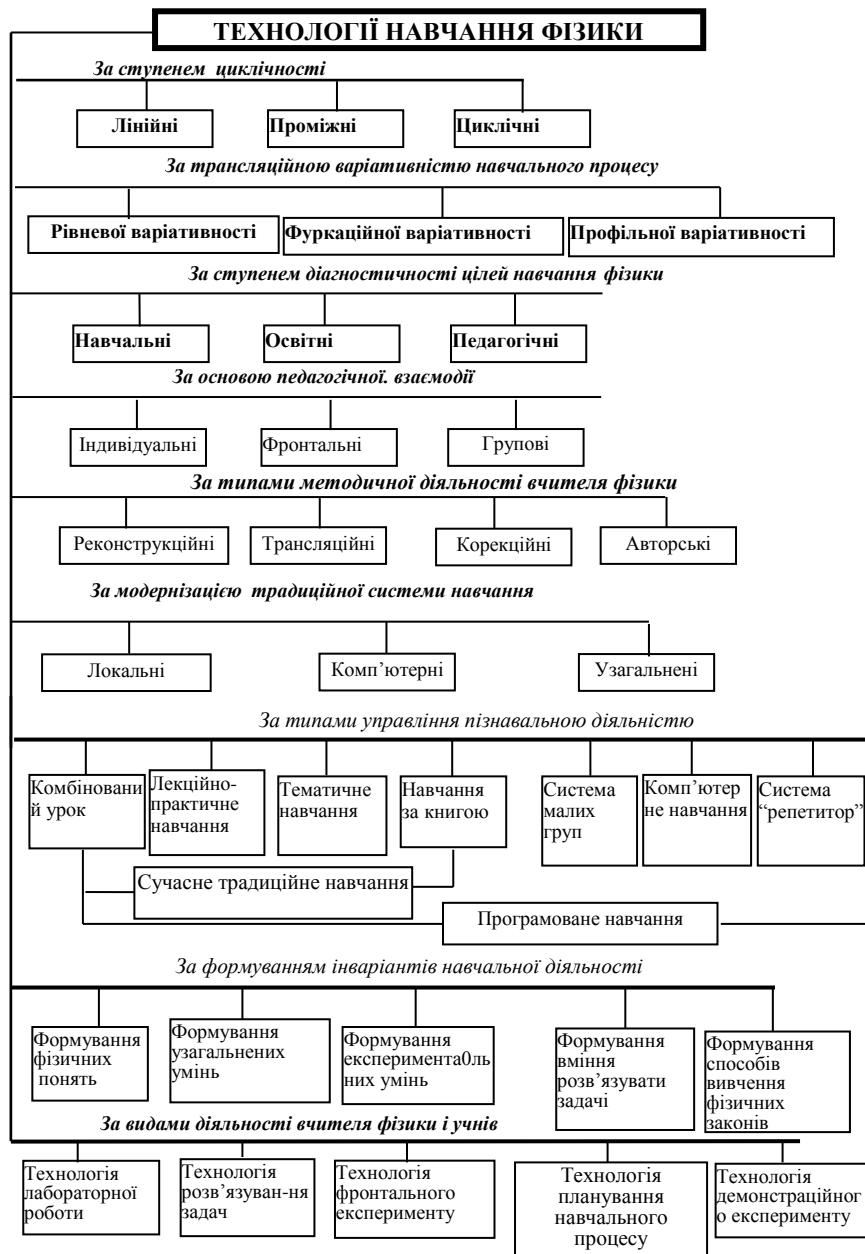


Рис. 3.2. Класифікація технологій навчання фізики

класифікаційні ознаки: ступінь циклічності навчального процесу з фізики; рівень варіативності; ступінь діагностичності освітніх цілей; трансляційну основу педагогічної взаємодії; типи методичної діяльності вчителя фізики; типи управління пізнавальною діяльністю; напрямки модернізації традиційної системи навчання; способи формування інваріантів навчальної діяльності; види діяльності учителя фізики та учнів.

Дамо деякі пояснення до рис. 3.2. Основою поділу технологій навчання фізики за ступенем циклічності є той факт, що вияв циклічності під час навчання фізики може бути різним. Насамперед цей вияв можна розглядати за обсягом навчального процесу, який охоплюється циклом. Так, циклічність проглядається у структурі традиційного комбінованого уроку з фізики, який охоплюється кількома **технологією лінійного ступеня циклічності**. Ознакою цієї технології є постановка і реалізація кількох цілей навчання в межах одного уроку фізики. Більш високими за цим показником є технології традиційного навчання фізики, що ґрунтуються на тематичному вивченні навчального матеріалу (умовно назвемо такі технології **тематичними технологіями навчання фізики**), тобто йдеться про цикл системи уроків з фізики, об'єднаних спільними цілями навчання. Як правило, ці технології традиційного навчання фізики складаються з системи уроків, типи і види яких охарактеризовані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Типи і види уроків тематичних технологій навчання фізики**

Організаційні інваріанти технології (типи)	Варіативна організаційна складова технології (види уроку як організаційної форми навчальних занять із фізики)
--	---

уроків)	
1. Урок вивчення нового матеріалу:	а) урок-лекція; б) урок-бесіда; в) урок виконання практичних завдань (пошукового типу); г) урок виконання теоретичних досліджень; д) синтетичний урок (поєднання названих видів уроків).
2. Урок удосконалення знань, умінь і навичок:	а) урок розв'язування задач; б) урок виконання самостійних робіт (репродуктивного типу – усних чи письмових вправ); в) урок-лабораторна робота; г) урок-екскурсія; д) семінар.
3. Уроки узагальнення і систематизації знань	(можуть бути уроками різних типів)
4. Комбіновані уроки	синтетичний урок, що складається з елементів уроків різного виду
5. Уроки контролю і корекції знань	а) усне опитування (фронтальне, індивідуальне, групове); б) письмове опитування (індивідуальне); в) залік; г) залікова практична (лабораторна) робота; д) контрольна робота; е) синтетичний урок контролю (поєднання уроків контролю виду а, б, в)

Організаційною основою **циклічних технологій навчання фізики** є дидактичний цикл. Фрагмент навчального матеріалу, що є носієм змісту у рамках дидактичного циклу, визначається шляхом спеціального структурування навчальних елементів теми з виділенням зв'язків між ними (тобто складанням графу теми з виділенням відносно самостійних навчальних одиниць – блоків).

За рівнем варіативності технології навчання фізики можна розділити на технології рівневої, фуркаційної та профільної варіативності. В основі поділу на такі групи технологій є необхідність трансляції учителем фізики інваріантів різного типу для різних груп учнів одного й того ж класу.

Реалізація рівневої диференціації навчання учителем фізики у його практичній діяльності в межах одного класу шляхом виконання учнями рівневих індивідуальних і фронтальних завдань дають підстави виділити групу **технологій рівневої варіативності**.

Фуркація для класів однієї паралелі, характерна згідно із “Законом про середню школу” для більшості загальноосвітніх шкіл, означає необхідність розробки і реалізації одним і тим же учителем фізики різних (а в деяких випадках і суттєво різних !) “технологічних ліній” навчання фізики, що становлять технології фуркаційної варіативності. Основою для фуркації можуть бути як і суттєво різний рівень навченості, так і різна освітня траєкторія учнів різних класів однієї паралелі, і пов'язаний з цими чинниками суттєво різний характер мотивації навчання фізики. Різними будуть і ступінь конкретизації, і частота застосування різноманітних інваріантів навчального процесу з фізики.

Як зазначає Л.С.Хижнякова, особливо відчутною стає необхідність варіативності при розробці й реалізації технологій навчання фізики для класів різного профілю. Суттєві відмінності у змісті та структурі навчального матеріалу, використання альтернативних підручників фізики зумовлюють відбір відповідних методів і форм навчання фізики, тобто передбачають **технології профільної варіативності**.

#### ТЕМА 4. НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

1. Технології концентрованого, модульного та інтегративного навчання фізики.
2. Технології розвивального навчання та повного засвоєння.
3. Технології контекстного та ігрового навчання фізики.

*Рекомендована література: 20; 29; 30; 31; 32; 54; 58; 59; 79; 86*

1. У практиці навчання фізики національної школи, крім традиційного навчання, можна виділити широкий спектр інноваційних технологій і систем навчання, які вирізняються своєю спрямованістю на модернізацію традиційної системи навчання, виховання та розвитку учнів (рис. 3.3).

Можна виділити кілька напрямків модернізації традиційної системи навчання фізики. Насамперед, за зміною підходів до подання змісту навчання виділимо технології концентрованого, модульного та інтегративного навчання фізики. Якщо ж в основу класифікації покласти врахування внутрішніх потреб учнів, то можна виділити технології розвивального, диференційованого навчання фізики та технології

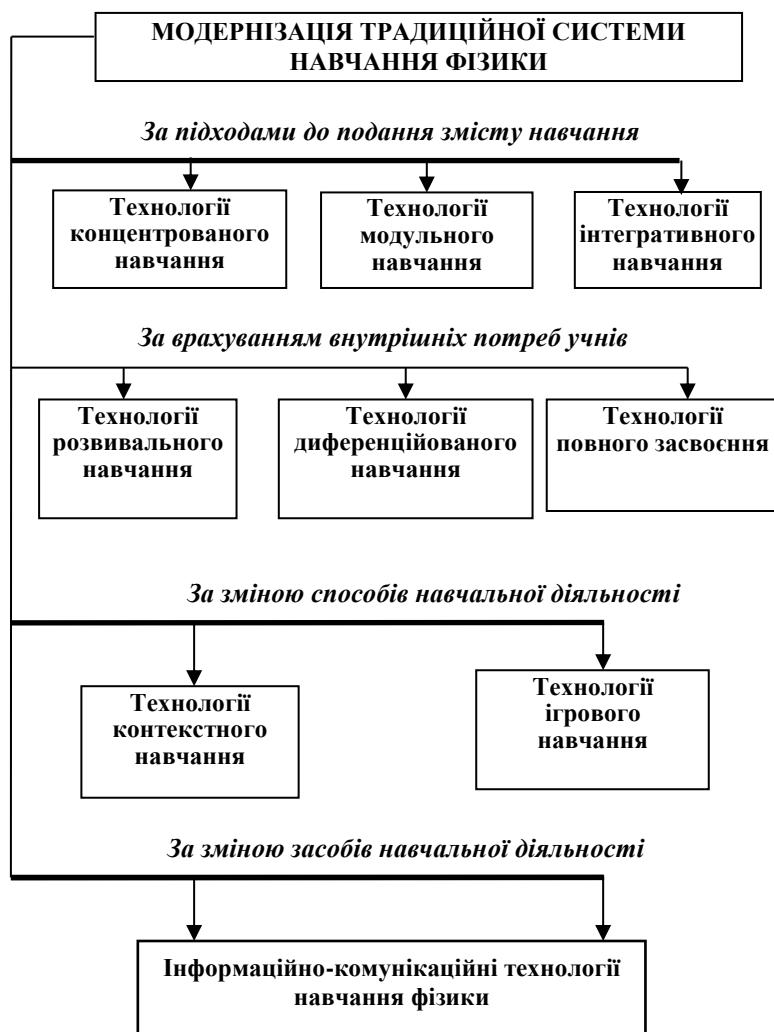


Рис. 3.3. Класифікація інноваційних технологій

повного засвоєння. За зміною способів навчальної діяльності інноваційними є технології контекстного та ігрового навчання фізики.

У зв'язку з цим дамо стислу характеристику названих груп інноваційних технологій навчання фізики, групуючи їх за напрямками модернізації традиційної системи навчання (рис. 3.3).

#### **Узагальнені інноваційні технології навчання фізики**

**Напрямок модернізації традиційної системи навчання фізики: зміна підходів до подання змісту навчання**

##### **Технології модульного навчання фізики**

Модульна технологія забезпечує гнучкість навчання, пристосовує його до індивідуальних потреб учня, рівня його базової підготовки шляхом функціонування спеціально розроблених навчальних модулів.

Розглянемо технологію блочно-модульного навчання, розроблену вчителем фізики В.Я.Самойленком, директором Михайлівської загальноосвітньої школи I–III ступенів Вільнянського району Запорізької області.

В організаційному плані вивчення фізики здійснюється укрупненими блоками в режимі спарених 40-хвилинних уроків. Число блоків відповідає числу тем курсу фізики. Ядро кожного блока складають основні результати вивчення теми, які графічно відображаються в опорному конспекті. Техніка й логіка його розробки полягає у виділенні ядра блоку і накресленні шляхів руху від нього в глибину структури. Такий рух забезпечує цілісне сприйняття всього курсу. Основними елементами ядра блоку є *основні ідеї, основні поняття, основні закони і явища*. Конкретна кількість елементів ядра зумовлюється змістом і значущістю теми з фізики. Первісним елементом ядра блоку є *ідея*. Саме ідеї відображають загальні зовнішні і внутрішні зв'язки між явищами і забезпечують цілісне сприйняття дійсності, вони є тим центром, з позиції

якого можна правильно описувати фізичні об'єкти та явища, пояснювати їх, конструювати практичну діяльність. Ознайомлення учнів з ідеями блоку (теми) повинно вестись на доступному рівні з залученням ілюстративного матеріалу, демонстрацій.

Під час опрацювання інших елементів ядра (понять, законів, формул, правил) ідеї визначають їхні зв'язки і відношення, допомагають учням зіставити кожний окремих елемент (поняття, закон, явище) з загальною картиною курсу, зберегти цілісні уявлення.

Невід'ємною складовою у досвіді застосування В.Я.Самойленком технології модульного навчання є опорний конспект, який є зразком педагогічної майстерності. Як зазначає сам учитель, створення такого конспекту – виключно складна процедура, що вимагає багато часу і зусиль, проте у процесі застосування вони компенсують ці витрати й є суттєвою дієвою складовою технології. У розмір формату А-4 “вкладено” оптимальний обсяг інформації з теми. За його допомогою учень сприймає всю тему в цілому разом з логічними зв'язками між окремими частинами конспекту. Це досягається шляхом чіткого структурування матеріалу теми, застосування різних кольорів для виділення головного, зосередження уваги через використання малюнків і позначень. Організація роботи з опорним конспектом в основному дублює методику В.Ф.Шаталова, проте застосування саме **опорних конспектів** допомагає уникнути недоліків технології вчителя-новатора. В.Я.Самойленко творчо осмислив ті зауваження і застереження, які висловлювалися О.І.Бугайовим та Л.М.Фрідманом щодо застосування асоціативної теорії пам'яті до вивчення фізики на основі опорних сигналів.

Характерною рисою цієї технології є її модульність. В.Я.Самойленко під модулем розуміє часовий інтервал, передбачений для досягнення однієї і тільки однієї локальної мети. Застосовуються такі основні модулі: організаційний, вивчення нового матеріалу, закріплення, повторення, контролю і корекції.

Структура різних модулів будується з урахуванням активного використання опорних конспектів.

Так, вивчення курсу фізики в IX класі передбачає засвоєння основних теоретичних положень, які визначено чинною програмою з фізики та вимогами “Критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти”. Таблиця 3.1 ілюструє блочний розподіл навчального матеріалу, що вивчається протягом 5,5 місяців.

**М<sub>1</sub>** – вступне повторення (**ВП**). Локальною метою модуля є актуалізація опорних знань учнів шляхом бесіди. Учні отримують опорний конспект блоку та ознайомлюються з ним. Тривалість модуля у часі не перевищує п'яти хвилин;

**М<sub>2</sub>** – вивчення нового матеріалу теми (**ВНМ**) на рівні обов'язкових результатів проводиться в формі лекції. Знання, подані учням укрупненим блоком у вигляді опорного конспекту, засвоюються через систему внутрішніх і зовнішніх зв'язків між елементами знань;

**М<sub>3</sub>** – закріплення (**З**). Локальною метою модуля є закріплення вивченого матеріалу шляхом розв'язування задач. Після ознайомлення учнів з інваріантом розв'язування задач мінімального рівня складності (на 1-2 логічні кроки), пропонується зразок письмового оформлення розв'язку задачі у робочих зошитах;

**М<sub>4</sub>** – уведення додаткового обсягу інформації (**ВД**). Поглиблене вивчення нового матеріалу відповідає достатньому і високому рівню навчальних досягнень. Остаточо завершується вивчення опорного конспекту;

**М<sub>5</sub>** – закріплення теоретичного матеріалу (**ЗВ**) під час розв'язування типових задач, що містять до 6 логічних кроків, або нестандартних задач відбувається за інваріантом з розчленуванням кожної складної задачі на кілька елементарних. Використовуються різні форми групової роботи;

**М<sub>6</sub>** – завершальне повторення (**ЗП**) є підготовчим етапом до проведення тематичного оцінювання рівня володіння теоретичними знаннями та рівня вмінь їх використати під час розв'язування задач різного типу;

**М<sub>7</sub>** – контроль і корекція (**КК**) знань учнів з блоку. З метою визначення рівня умінь застосовувати теоретичні знання для розв'язування задач учням пропонується чотири розрахункові задачі, рівень складності кожної з яких відповідає одному з чотирьох рівнів навчальних досягнень і завчасно відомий учню. Оцінювання проводиться протягом 35–40 хв. з подальшою корекцією. Вона супроводжується з'ясуванням, уточненням і визначенням ступеня цілісності і повноти знань учнів класу з теми.

На початку навчального року учням IX класу, яким уперше доводиться навчатися за технологією блочно-модульного навчання фізики, В.Я.Самойленко робить застереження, що в будь-який момент можна повернутися до звичного підходу вивчення фізики за традиційною схемою “урок – параграф”. Проте впродовж останніх десяти років спроб відмовитися від блочно-модульної технології навчання фізики не було.

Отже, для технології модульного навчання фізики характерне вивчення навчального матеріалу шляхом його декомпозиції й об'єднання у різнорівневі блоки на всіх етапах функціонування модуля, змістова концентрація навчального матеріалу в опорних конспектах, що підкреслює взаємне проникнення і збагачення різних технологій навчання (в описаному випадку модульного, концентрованого та диференційованого навчання).

#### ***Технології інтегративного навчання фізики***

Технологія інтегративного навчання з точки зору методики навчання фізики розглядається нами як поетапне вінтегрування необхідних у конкретних випадках фактів чи методів навчання у внутрішньо сформовану систему форм, методів і засобів навчання фізики (І.М.Козловська).

Відсутність інтегративних програм і підручників, мізерна кількість відповідних дидактичних матеріалів на міжпредметній основі вимагають попереднього проектування технології інтегративного навчання. Це проектування необхідно здійснювати на основі принципу системності інтегративних знань, сформульованому В.Р.Ільченку: “Програми й підручники в кожному цілісному відрізку навчального матеріалу (тема, розділ) мають проектувати рівні узагальнень, що враховують ієрархію законів природи, і виділяти такі пласти знань: 1) явища, факти, спостереження; 2) емпіричні залежності; 3) часткові закони й закономірності; 4) системи законів і закономірностей, що становлять ядро теорії; 5) систему фундаментальних закономірностей”.

Інваріантна складова забезпечує загальноосвітній мінімум знань із фізики, тоді як варіативна формує пропедевтичну базу засвоєння знань із фізики відповідно до обраного профілю. На основі цих двох груп знань відбувається внутрішня інтеграція знань з фізики.

Конкретизація інтегративного вивчення знань у межах природничого циклу предметів полягає в узгодженні означень та позначень споріднених понять, усуненні суперечностей у їх трактуванні, виробленні спільних інваріантів вивчення величин та явищ на основі описаних інваріантів та монотехнологій навчання фізики у середній школі.

Профільоване інтегрування знань полягає в інтеграції курсу фізики з елементами профільних дисциплін і формуванні фізико-технічної бази для засвоєння спеціальних знань.

Прикладом розробки інтегрованого курсу є модель Л.Тарасова „Екологія та діалектика”. Інноваційним є зміст курсу, який реалізується у три етапи. На першому етапі (I-VI класи) вивчається інтегрований предмет „Навколишній світ”, який містить знання з біології, краєзнавства, астрономії, техніки, історії, екології та географії. На другому етапі (VII-IX класи) вивчається курс „Закономірності навколишнього світу”, у рамках якого учнів знайомлять з ймовірностями та ймовірнісним підходом, відбувається формування їх варіативного мислення. На третьому (ліцейському) етапі елементи фізики вивчаються у рамках курсу „Людина і природа”, присвяченого вивченню проблем дії екологічного бумерангу і можливостям виходу із екологічної кризи.

У повному обсязі технологія інтегративного навчання внаслідок зазначених причин поки що не реалізується. Проте успішні спроби застосування елементів технології при вивченні фізики й астрономії, фізики та математики, фізики і хімії, фізики і біології свідчать про плідність та актуальність цього напрямку технологізації навчального процесу.

#### ***Технології концентрованого навчання фізики***

Технологія концентрованого навчання фізики – це системний спосіб поєднання форм, методів і засобів шляхом укрупнення як організаційної навчальної одиниці (навчальний день, навчальний тиждень, навчальне півріччя), так і змістової навчальної одиниці. Концентроване навчання фізики дозволяє створити структуру навчального процесу, максимально наближену до природних психологічних особливостей людського сприйняття.

Прикладом укрупнення змістової навчальної одиниці є технологія, розроблена В.Ф.Шаталовим у рамках більш широкої дидактичної системи.

Для концентрованого навчання фізики, як і для модульного, характерні блочне компонування навчального процесу та етапність функціонування блоків.

Кожна із психологічних концепцій (за винятком суггестопедії, яка не відповідає експериментальній основі вивчення фізики) чи їх поєднання можуть слугувати основою концентрованого навчання фізики, проте найбільш ефективним є застосування теорії поетапного формування розумових дій.

#### ***2. Напрямок модернізації традиційної системи навчання фізики: врахування внутрішніх потреб учнів***

##### ***Технології повного засвоєння при навчанні фізики***

До узагальнених технологій, відповідно наведеній класифікації інноваційних технологій навчання фізики, належить широковживана у США, Великобританії, Бразилії, Бельгії, Індонезії, Південній Кореї та інших країнах **технологія повного засвоєння**. Зважаючи на значення цієї технології, дамо їй стислу характеристику.

Початковим моментом навчальної технології повного засвоєння є загальна установка на те, що всі учні здатні повністю засвоїти навчальний матеріал, а завдання вчителя – забезпечити таку можливість шляхом оптимальної організації навчального процесу.

Технологія повного засвоєння ґрунтується на психолого-педагогічній концепції Дж.Керрола і Б.Блума, згідно з якою здібності визначаються темпом учіння за умови оптимальності для конкретного учня умов навчання. Всі учні поділяються на три категорії: а) малоздібні, які не здатні досягти запланованих результатів навчання навіть при різкому зростанні обсягу навчального часу (близько 5% від усієї кількості учнів); б) із посередніми здібностями, здатність яких до засвоєння знань визначається затратами навчального часу (близько 90%); в) талановиті, для яких притаманний високий темп навчання при досягненні високих результатів (близько 5%).

Критерій повного засвоєння визначається шляхом опису еталонних дій учня або кількістю правильних відповідей при виконанні діагностичного тестового завдання (як правило, 80-90%).

Можна виділити такі інваріанти діяльності вчителя при розробці цієї технології:

1. Уточнення цілей навчання для даного курсу в цілому на основі процедур конкретизації і таксономії.

2. Складання переліку запланованих результатів навчання.
3. Розробка на основі запланованих результатів навчання діагностичних тестових завдань.
4. Поділ матеріалу, що вивчається, на навчальні одиниці – модулі (при цьому обов'язкове дотримання змістової цілісності навчального матеріалу і тривалості його вивчення до 2-3 тижнів).
5. Визначення для кожного модуля проміжних запланованих результатів навчання.
6. Підготовка для кожного модуля проміжних тестових завдань.
7. Підготовка з метою корекції альтернативних навчальних матеріалів.

Вимогами до функціонування технології повного засвоєння, є:

1. Орієнтація учнів на навчальну діяльність з вивчення розділу.
2. Навчання за кожним модулем.
3. Оцінювання повноти засвоєння всього навчального матеріалу.
4. Роз'яснення змісту оцінки.
5. Корекція.

Крім того, цій технології властиві такі організаційні і методичні особливості суб'єкт-суб'єктної взаємодії учителя та учнів:

- виставлення підсумкової оцінки тільки на основі результатів перевірки засвоєння всього розділу шляхом порівняння з еталоном;
- навчальна діяльність учнів здійснюється, як правило, в малих групах (2-3 учні), лише при корекційній роботі застосовується індивідуальна форма організації навчання;
- перехід до нового розділу відбувається за умови засвоєння навчального матеріалу всіма чи майже всіма учнями;
- учні, які вже засвоїли навчальний матеріал, працюють над додатковими завданнями та надають допомогу іншим учням.

Як зазначає М.В.Кларін, зниження критеріального рівня до 75% настільки погіршує результати навчання, що знімаються всі переваги технології повного засвоєння над традиційним навчанням. Внаслідок цього існують обмеження при застосуванні цієї технології. Передусім це орієнтація на навчання репродуктивного типу (за таксономією Б.Блума на цілі категорії “розуміння”, табл. 3.1). Крім того, застосування технології повного засвоєння вимагає збільшення затрат навчального часу на 10-50%, що призводить або до скорочення обсягу навчального матеріалу при збереженні часових рамок, або до збільшення часу навчання на вивчення необхідного обсягу навчального матеріалу (навіть на репродуктивному рівні).

Зазначимо, що за своїм змістом технологія повного засвоєння близька до технології модульного навчання, орієнтованої на репродуктивний рівень пізнавальної діяльності учня.

#### ***Технології розвивального навчання фізики***

Ще на початку 30-х років ХХ ст. Л.С.Виготський обґрунтував можливість і доцільність навчання, орієнтованого на розвиток дитини. Пізніше у рамках діяльнісної теорії виокремилися дві системи розвивального навчання: а) Л.В.Занкова; б) Д.Б.Ельконіна і Д.В.Давидова (розглянута у Розд. 2). Наявність теоретично обґрунтованих і експериментально перевірених моделей дозволило створити названі технології розвивального навчання тільки для початкових класів масової школи.

Проте практика роботи вчителів фізики засвідчує можливість розробки і застосування різноманітних технологій розвивального навчання фізики у середній школі. Їх модифікації загалом значно відрізняються від систем розвивального навчання, розглянутих вище, носять емпіричний характер, і, як правило, запозичують елементи інших технологій навчання фізики.

Розглянемо один із варіантів технології розвиваючого навчання, який розробила й успішно застосовує учитель фізики Новогорівської загальноосвітньої школи Токмацького району Запорізької області Г.І.Хамутіннікова. (друге місце обласного туру конкурсу “Учитель року” у 2000/2001 навчальному році).

В основі технології покладено таксономію цілей навчання Б.Блума. Процес навчання фізики здійснюється згідно з виділеними рівнями: знання, розуміння, застосування, аналіз, синтез, оцінювання. Розуміючи, що час проходження від “Знань” до “Оцінювання” для різних учнів може суттєво різнитися, учитель ділить клас на гомогенні групи, які розміщені по вертикалі відносно дошки (чотири групи, тому що у класі два ряди парт), та гетерогенні групи, що розміщені по горизонталі. До таких груп належать учні з різними результатами навчання. Кожну гетерогенну групу очолює краще підготовлений учень. Інколи, при потребі, учні можуть об'єднуватися за інтересами у так звані творчі групи. Такі групи створюються під час підготовки до уроків узагальнення знань або уроків, що готують самі учні.

***Організація пізнавальної діяльності учнів на етапі сприймання нового матеріалу.*** На першому уроці вивчення теми учні повинні усвідомити основну мету вивчення теми, її місце й роль у загальному курсі фізики, практичне і теоретичне значення. В окремих випадках учням повідомляється історія виникнення і розвиток понять, які планується вивчити. Вказується, які раніше вивчені знання й уміння знадобляться при вивченні нової теми. Учитель повідомляє про кількість і послідовність уроків, кількість лабораторних робіт і приблизну дату контрольної роботи та теоретичного заліку. Вказує знання, уміння та навички, якими повинні оволодіти учні під час вивчення теми. Керівники гомогенних груп складають за допомогою учителя картки для контролю знань та вмінь. У них зазначається назва теми, знання та уміння, список учнів, об'єкти та строки контролю. Нижче наводяться методи самоконтролю.

Проходження етапу “Знання” при вивченні перших тем у VII класі здійснюється за безпосереднього керівництва вчителя. Знання даються у готовому вигляді, а потім організовується робота учнів з їх розуміння і застосування. Знання формулюються у вигляді коротких змістовних речень.

*Знання:*

1. Тяжіння зумовлюється гравітацією.
2. Дія сили тяжіння на тіло викликає появу у нього ваги.
3. Вага – це сила, з якою тіло діє на горизонтальну опору або вертикальний підвіс.
4. Сила тяжіння діє на тіло, а вага – на опору або підвіс.
5. Коли тіло вільно падає, вага відсутня. Говорять, що тіло перебуває у стані невагомості.
6. Вага тіла пропорційна його масі:  $P \sim m$
7. Коефіцієнт пропорційності  $g$  між  $P$  і  $m$  сталий для певної місцевості. Його значення різне на полюсах і на екваторі. Середнє його значення становить  $9,8 \text{ Н/кг}$ .
8.  $g$  показує, з якою силою діє Земля на  $1 \text{ кг}$  маси тіла.
9. На різних широтах  $g$  різне.
10.  $P = m g$ . На тіло масою  $102 \text{ г}$  діє сила тяжіння з боку Землі  $1 \text{ Н}$ .

*Завдання на застосування:*

1. Чи має вагу Земля?
2. Чи однакова вага тіла на полюсах і на екваторі?
3. Хлопчик має масу  $46 \text{ кг}$ , а дівчинка –  $40 \text{ кг}$ . Хто з них має більшу вагу? Чому?
4. Значення  $g$  на Марсі  $3,8 \text{ Н/кг}$ . Маса хлопчика дорівнює  $30 \text{ кг}$ . Яка його вага на Землі і на Марсі?
5. Космонавт перебуває на космічному кораблі, який рухається в безмежному космічному просторі. Він сідає на стілець. Чи прогнеться стілець після цього?
6. На Землі чи на Марсі тіло пролетить більшу відстань у горизонтальному напрямку, якщо його кидати горизонтально з однаковою швидкістю і з однакової висоти?

Отже, розглянута технологія також побудована на різних видах інваріантів. Зокрема, це структурні складові самої технології, застосована рівнева модель організації пізнавальної діяльності учнів за таксономією Б.Блума (“Знання”, ..., “Оцінка”), інваріанти розв’язування задач із фізики, інваріанти організації групової навчальної діяльності учнів тощо.

Поєднання різноманітних інваріантів, творче їх застосування дозволяють стверджувати, що розглянута технологія є не тільки узагальненою інноваційною технологією розвивального навчання фізики, а й авторською.

**3. Напрямок модернізації традиційної системи навчання фізики: зміна способів навчальної діяльності учнів**

*Технології активного (контекстного) навчання фізики*

Таблиця 3.4

**План контекстного уроку “Сила тертя. Сили тертя у природі і техніці”**

Творчі групи за інтересами	Завдання
Літератори	1. Сила тертя в усній народній творчості. 2. Складання казок, оповідань, віршів про тертя на тему “У країні без тертя”.
Історики	1. Історія дослідження сил тертя 2. Історичні казуси, анекдоти, небилиці про силу тертя
Біологи	1. Прояв сили тертя в біофізичних процесах 2. Сила тертя у світі рослин та тварин
Інженери	Способи зменшення та збільшення сил тертя
Фізико-експериментатори	1. Як виникає сила тертя та як вона спрямована 2. Як виміряти силу тертя 3. Види сил тертя та їх порівняння за величиною 4. З’ясувати залежність сили тертя від сили, що притискує тіло до поверхні, по якій воно рухається 5. З’ясувати, чи залежить сила тертя від площі стичних поверхонь, швидкості руху та якості обробки поверхонь
Фізики - теоретики	1. Пояснити виникнення сили тертя 2. Пояснити, як ходить людина, як рухається автомобіль
Не мають чітко виражених інтересів	З’ясувати, спираючись на свій життєвий досвід, досвід батьків, дідуся та бабусі, товаришів відповідь на запитання “Сила тертя – це добре чи погано?”

Технологія активного (контекстного) навчання фізики – системна організація навчального процесу з фізики шляхом моделювання предметного і соціального змісту майбутньої професійної діяльності. Внаслідок цього як самостійна педагогічна технологія вона знайшла своє повноцінне втілення у вищій і середній спеціальній школах. Але профільна диференціація навчання створює вагомні можливості для реалізації цієї технології у відповідних профільних класах – як фізико-математичної орієнтації, так і спеціалізованих фізичних. Крім того, елементи цієї технології навчання фізики можуть функціонувати і в інших профільних класах, але вже на міжпредметній основі. Як приклад розглянемо тематику фізичних

пізнавальних проблем для семінарського заняття у Х класі біологічного профілю на тему “Перший закон термодинаміки і живі організми”:

1. Живий світ і перший закон термодинаміки.
2. Теплопровідність. Теплопровідність біологічних тканин.
3. Фізична терморегуляція організму.
4. Температура й живі організми.
5. Теплолікування за допомогою нагрітих середовищ.

Можливе також застосування елементів контекстного навчання і на першому ступені навчання фізики. Розглянемо це на прикладі творчих уроків, які проводить Г.І.Хамутіннікова. План уроку подано у таблиці 3.4.

Такі уроки готують самі учні. Вони діляться на групи за інтересами, обирають собі керівника. За 2–3 тижні до уроку керівники отримують завдання і доводять їх до відома членів своєї групи.

#### **Технологія ігрового навчання фізики**

Технологія ігрового навчання фізики – системний спосіб організації навчання фізики, що спрямований на забезпечення особистісно-діяльнісного характеру засвоєння знань і реалізується залученням учнів у творчу діяльність шляхом застосування ігрових методів навчання фізики. Незважаючи на свою досить високу ефективність, у практиці роботи школи реалізується епізодично, лише в рамках інших технологій навчання фізики. Це пояснюється як складністю організації і проведення такого навчання фізики, так і вкрай звуженим полем відповідних методичних розробок і дидактичних матеріалів з фізики.

#### ***Запитання і завдання для самоконтролю***

1. Дайте визначення інваріанту навчальної діяльності.
2. Які групи елементів фізичних знань Ви можете назвати?
3. У чому полягає інваріант вивчення фізичних понять?
4. Назвіть складові частини інваріанту формування узагальнених умінь з фізики.
5. Які Вам відомі класифікації педагогічних технологій?
6. Що покладено в основу класифікації інноваційних технологій навчання фізики?
7. Яка головна ідея запровадження технології модульного навчання фізики?
8. У чому полягають переваги і недоліки технології повного засвоєння?
9. Які джерела і витоки технології концентрованого навчання фізики? Поясніть зміст назви цієї технології.
10. Які особливості узагальнених технологій навчання фізики?
11. Які труднощі в реалізації технології інтегративного навчання фізики?

#### ***Завдання для самостійної роботи студентів***

1. Розробіть конспекти уроків різних типів за традиційною тематичною технологією навчання фізики.
2. Складіть підбірку задач з фізики для 9 класу (10-12) загальноосвітньої школи і наведіть їх розв’язки, користуючись інваріантом розв’язування задач з фізики.
3. Розробити технологію модульного вивчення навчальної теми з фізики.
4. Запропонуйте свої варіанти "стиску" навчального матеріалу з фізики.



## РОЗДІЛ 4. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

### ТЕМА 1. СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОННІ ЗАСОБИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ

1. Особливості інформаційно-комунікаційних технологій навчання фізики.
2. Технології комп'ютерного моделювання.
3. Технології комп'ютерного контролю знань.
4. Технології комп'ютерних лабораторних робіт.

*Рекомендована література: 30; 33; 34; 47; 49; 54; 90*

1. Реформа освіти в Україні ґрунтується на переході від екстенсивно-інформаційного навчання до інтенсивно-фундаментального, особистісно-орієнтованого. Учитель фізики повинен добре розуміти методологію і технологію навчально-виховного процесу у сучасному світі, однією з визначальних рис якого є тотальна комп'ютеризація.

У процесі розвитку ідеї комп'ютеризації освіти та її практичної реалізації учителю фізики доводиться зустрічатися з низкою нових фундаментальних понять, які не фігурують у традиційній методиці навчання фізики. Тому насамперед визначимося з поняттями, що використовуються для описання процесу навчання із застосуванням систем і пристроїв сучасної електроніки.

Широко застосовуються терміни НІТН (новітні інформаційні технології навчання), „комп'ютерне навчання” та „електронне навчання”. В.А.Ізвозчиков рекомендує застосовувати термін „електронне навчання” як більш загальний, що означає „... навчання за допомогою систем і пристроїв сучасної електроніки і оптоелектроніки, безпаперової інформатики”. Разом з тим розрізняють два основних види електронного навчання:

- **рецептивне** – сприйняття і засвоєння знань, що передаються по телебаченню за допомогою аудіовізуальних засобів;
- **інтерактивне** – навчання у процесі взаємодії людини і комп'ютера у режимі діалогу, в системах гібридного антропоцентричного інтелекту, в експертних навчальних системах та ін.

У реальних умовах комп'ютер, як і класичні ТЗН, постає як комунікативний засіб між учителем і учнем. З огляду на те, що ключовими поняттями в системі НІТН розглядаються інформація і взаємодія або інформаційне середовище як засіб комунікації, замість прийнятих аббревіатур НІТН і ТЗН ми використали поняття „інформаційно-комунікаційні технології навчання фізики” (ІКТНФ) як електронне навчання фізики в його рецептивному та інтерактивному компонентах.

ІКТНФ зорієнтовані на реалізацію психолого-педагогічних цілей навчально-виховного процесу з фізики за такими напрямками:

- удосконалення методології й стратегії відбору змісту, методів та організаційних форм навчання фізики;
- створення технологій навчання, орієнтованих на розвиток інтелекту учня, на формування вміння самостійно здобувати знання шляхом реалізації індивідуальної інформаційно-навчальної та експериментально-дослідницької діяльності;
- створення і використання комп'ютерних тестових та діагностуючих методів моніторингу навчальної діяльності учнів з фізики, оцінювання та обліку, орієнтованих на рівневий характер навчальних досягнень.



Рис. 4.1. Класифікація інформаційно-комунікаційних технологій

Згідно з прийнятими формами і обраними методами навчання фізики учитель визначається із засобами як невід'ємним компонентом технології навчання, тобто піклується про інформаційно-предметне забезпечення навчання фізики. У випадку ІКТНФ таким засобом стає комп'ютер, проте застосування у навчальному процесі з фізики комп'ютерів нового покоління значно розширило сфери їх застосування з навчальною метою та викликало необхідність класифікації ІКТНФ саме в аспекті підготовки майбутнього вчителя фізики. В основу розробленої нами класифікації ІКТНФ (рис. 4.1) покладено вид використання комп'ютера на уроках та обсяг цього використання. У зв'язку з цим виділено дві групи технологій: локальні (проникаючі) та узагальнені технології комп'ютерного навчання фізики.

**Локальні технології комп'ютерного навчання фізики**

Застосування технологій цієї групи можливе лише за наявності відповідної матеріальної бази та комп'ютерної грамотності, тобто володіння учителем і учнями знаннями й уміннями, що дозволяють застосувати комп'ютер як засіб навчання для різних груп учнів одного й того ж класу.

Зауважимо, що на сьогодні ще не створено загальноновизнаної класифікації програмних засобів, які є основою комп'ютерних монотехнологій навчання фізики. Проте, відповідно до цілей застосування

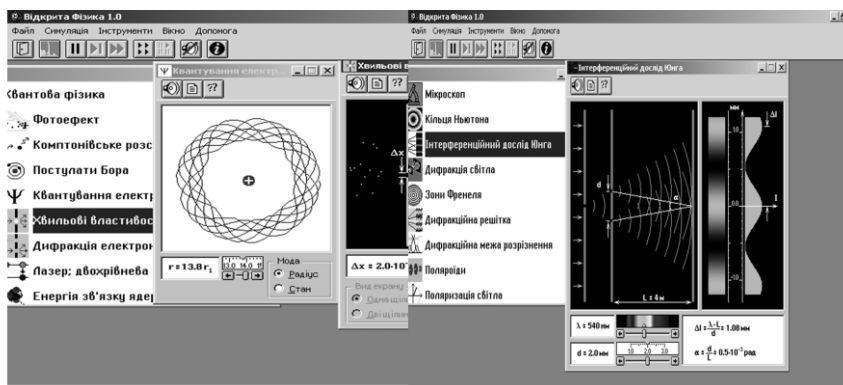


Рис. 4.2. Приклади моделей до розділу „Квантова фізика”

Рис. 4.3. Модель демонстрації досліду Юнга

програмних засобів у процесі навчання, можна виділити такі інноваційні монотехнології комп'ютерного навчання фізики: комп'ютерного моделювання; комп'ютерного контролю знань; застосування комп'ютерних баз даних; комп'ютерних дидактичних матеріалів; комп'ютерних лабораторних робіт.

За своїм змістом названі комп'ютерні монотехнології навчання фізики є інноваційними внаслідок застосування комп'ютера як основного засобу навчання на певному етапі навчального процесу. Проте суттєві зміни, що вносяться завдяки цьому у навчання фізики, мають локальний характер, і забезпечують досягнення, відповідно, локальних цілей навчання. Тому такі монотехнології комп'ютерного навчання

фізики ми відносимо до групи *локальних*, або, як їх називає Г.К.Селевко, “*проникаючих*” технологій комп’ютерного навчання.

Розглянемо більш детально ІКТНФ, представлені у розглянутій класифікації комп’ютерних технологій навчання фізики, насамперед, особливості і методику застосування технологій комп’ютерного моделювання.

2. Під комп’ютерними моделями ми розуміємо комп’ютерні програми, які імітують фізичні досліди, явища або ідеалізовані модельні ситуації, що зустрічаються у фізичних задачах. Комп’ютерні моделі – ефективний засіб пізнавальної діяльності учнів, застосування якого відкриває широкі можливості технологізації навчального процесу з фізики. Можна виділити кілька модифікацій технології комп’ютерного моделювання при навчанні фізики у середній школі.

Перша модифікація реалізує можливість імітації складних і небезпечних процесів, явищ планетарного масштабу або на рівні мікросвіту, надзвичайно швидких та занадто повільних фізичних процесів, фундаментальних фізичних експериментів, які неможливо відтворити у шкільних умовах. Наприклад, це робота ядерного реактора і лазерного пристрою, різні види коливань, рух планет і зірок, термоядерні реакції, досліди Резерфорда, хвильові властивості мікрочастинок та ін. (рис. 4.2).

Другий напрямок розробки і реалізації технології комп’ютерного моделювання – імітація насамперед складних, а в деяких випадках і небезпечних дослідів, які проводяться у фізичних лабораторіях. Так, демонстрація досліду Юнга є досить складною проблемою і вимагає створення спеціальних умов, зокрема затемнення класної кімнати, тому демонстраційна модель цього досліду з регульованими параметрами є доречною і досить наочною (рис. 4.3).

Третя модифікація надає можливість учням із окремих конструктивних елементів-модулів, параметри яких можна змінювати, будувати більш складну фізичну систему чи установку. У цьому плані методичною

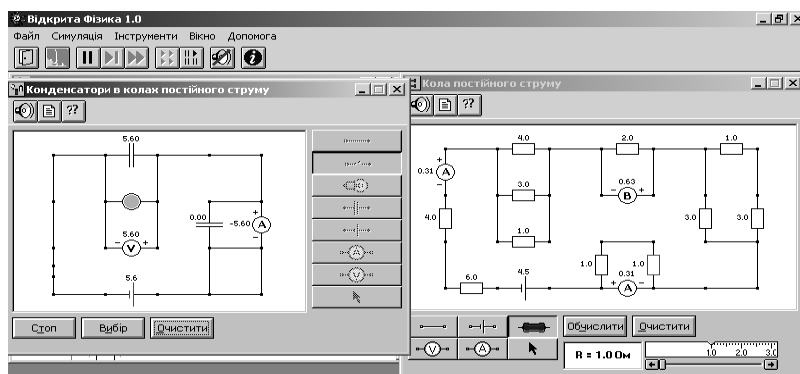


Рис. 4.4. Віртуальний конструктор електричних кіл

знахідкою є використання конструктора електричних кіл у комп’ютерних програмах „Фізика в картинках” та „Відкрита фізика”. Приклад такого конструювання показано на рис. 4.4.

Важливим чинником, що суттєво впливає на характер пізнавальної діяльності учнів, є можливість керування змодельованими процесами самими школярами шляхом зміни відповідних параметрів моделі.

Найбільший інтерес у учнів викликають керовані комп’ютерні моделі, у яких закладена можливість зміни величини числових параметрів відповідної математичної моделі, що дозволяє керувати поведінкою об’єктів на екрані комп’ютера.

Наголосимо, що технології комп’ютерного моделювання ґрунтуються на образному кодуванні. Зміна параметрів системи, динаміка протікання фізичних процесів викликають у пам’яті учнів стійкі й легко відтворювані фізичні образи засвоєного матеріалу. Істотно, що комп’ютерне моделювання дозволяє формувати мислені образи таким чином, що посилання на відомі фізичні явища викликають цілісну картину ситуації. Проте недостатньо простого спостереження за демонстрацією комп’ютерної моделі. Технологія комп’ютерного моделювання, згідно з діяльнісним підходом до навчання фізики, передбачає тривалу практику у виконанні необхідної послідовності дій та корекції з боку вчителя фізики на основі інформативного зворотного зв’язку, який досить ефективно забезпечується у цій технології.

Переваги комп'ютерного навчання фізики наочно демонструє модель „Рух з постійним прискоренням” (рис. 4.5) комп'ютерної програми „Відкрита фізика”.

Демонстрація на екрані комп'ютера рівносповільненого руху спортсмена, який, згідно початкових умов, гальмує, розвертається, а потім розганяється у протилежному напрямі, супроводжується зміною довжини і напрямку вектора динамічно побудованою графіків координати, шляху і проекції швидкості. Наш досвід використання комп'ютерних моделей у технологіях навчання фізики, а також у контекстній підготовці студентів до їх застосування у реальних умовах засвідчує необхідність попередньої підготовчої роботи, насамперед:

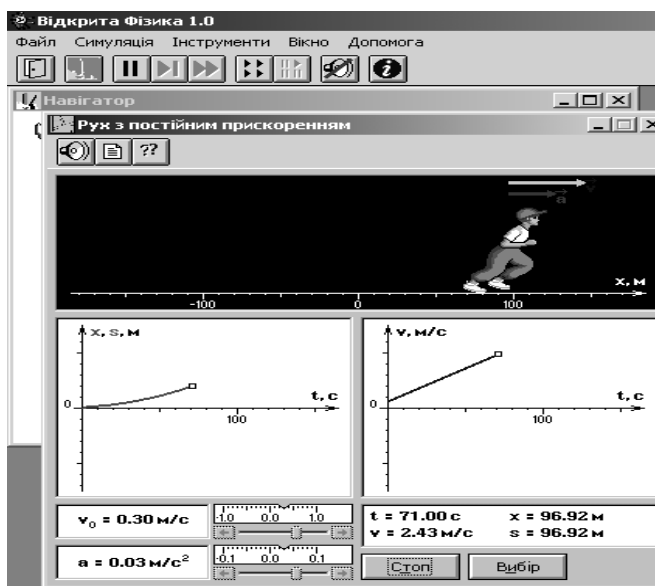


Рис. 4.5. Модель „Рух з постійним прискоренням”

- вивчення можливостей моделі, меж зміни її параметрів;

- складання плану

роботи з моделлю;

- узгодження з функціональними можливостями комп'ютера формулювань завдань і задач;
- перевірка роботи моделі, завантаження для роботи у режимі мережі.

Розглянемо методику проведення фронтальної комп'ютерної практичної роботи „Вивчення законів фотоелектричного ефекту”. Урок проводився у комп'ютерному класі, що має 12 сучасних комп'ютерів, з'єднаних у мережу. Була використана комп'ютерна програма „Відкрита фізика 1.0”, зокрема, інтерактивна комп'ютерна модель „Фотоелектричний ефект” (рис. 4.6).

#### Тема: Комп'ютерна практична робота „Вивчення законів фотоелектричного ефекту”

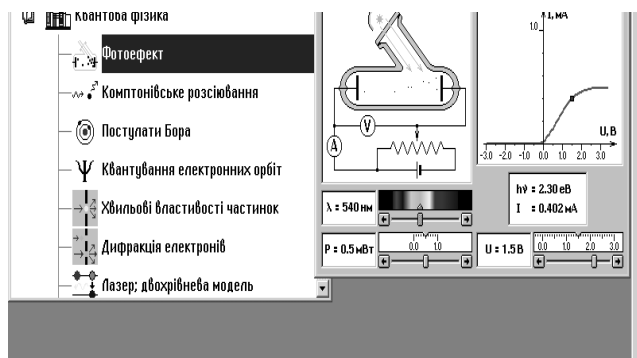


Рис. 4.6. Кадрове вікно комп'ютерного практичного заняття

*Мета:* ознайомити учнів з комп'ютерною установкою для вивчення законів фотоелектричного ефекту;

- перевірити закони фотоелектричного ефекту в умовах віртуального експерименту;
- формування теоретичних знань за допомогою наочно-образних уявлень про науковий фізичний експеримент;
- продовжити навчання учнів теоретичному рівню узагальнення шляхом пояснення експериментальних закономірностей фотоелектричного ефекту за допомогою квантової теорії.

*Місце уроку в розділі „Квантова фізика”.*

Робота проводилася після вивчення питань „фотоелектричний ефект і його закони”, „Кванти світла” та „Рівняння Ейнштейна для фотоелектричного ефекту” з теми „Світлові кванти” і передувала уроку розв'язування задач та розгляду застосування фотоелектричного ефекту в техніці.

*Хід уроку*

*1 етап:* вступний. Знайомство учнів з комп'ютерною програмою „Відкрита фізика” та інтерфейсом роботи „Фотоелектричний ефект”. Вивчення можливостей зміни таких параметрів:

- довжина хвилі випромінювання ( $\lambda = 380 \div 760$  нм);

- потужність випромінювання ( $P = 0 \div 10^{-3}$  Вт);
- різниця потенціалів ( $U = -3 \div +3$  В);
- можливість і особливості користування калькулятором і довідником.

2 етап. Розгляд першого закону фотоелектру, побудова графіка залежності струму насичення  $I_n$  від потужності випромінювання  $I_n=f(P)$  (при фіксованій довжині хвилі). Учні пропонувалося пояснити перший закон фотоелектру на основі квантової теорії. Заповнювалася таблиця залежностей і на екрані комп'ютера зображався відповідний графік (рис. 4.7).

P, мВт	0	0.2	0.4	0.8	1
--------	---	-----	-----	-----	---

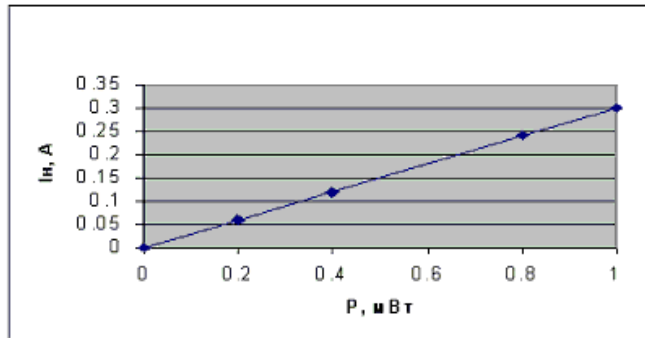


Рис. 4.7. Графік залежності струму насичення від потужності випромінювання

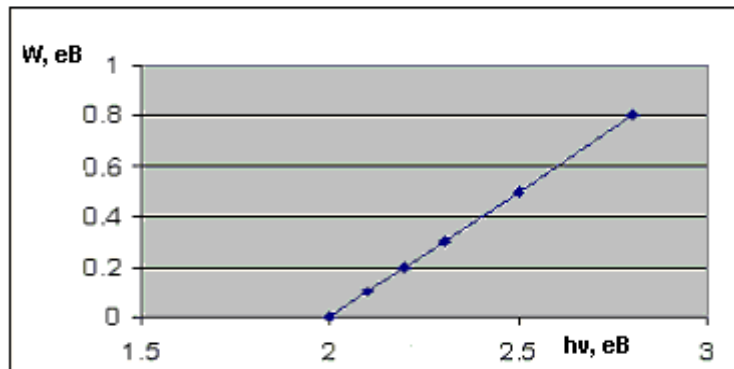


Рис. 4.8. Залежність кінетичної енергії фотоелектрона від енергії фотона

$I_n$ , А	0	0.06	0.12	0.24	0.3
-----------	---	------	------	------	-----

3 етап. Перевірка третього закону фотоелектру. Ознакою фотоелектру є наявність вольт-амперної характеристики, тому при напрузі  $U = 0$  В визначали максимальну довжину хвилі, за якої ще можливий фотоелектр. Використовуючи співвідношення  $A = hv_{min} = hc/\lambda_{max}$  і визначивши межу фотоелектру  $\lambda_{max}$ , учні обраховували роботу виходу в eB і мінімальну частоту  $\nu_{min}$ . Далі учні працювали над такими завданнями: 1. Перевірити, чи залежить робота виходу від потужності випромінювання. 2. Зробити висновки і пояснити наявність червоної межі за допомогою рівняння Ейнштейна для фотоелектру.

*Завдання високого рівня.*

4 етап. Перевірка другого закону фотоелектру. Можливості моделі вичерпуються вивченням залежності затримуючої різниці потенціалів  $U_z$  від довжини хвилі випромінювання, тому учням необхідно було довести, що залежність максимальної кінетичної енергії електронів від частоти випромінювання рівносильна цій залежності. Завдання зводилося до перетворення залежності  $U_z = U_z(\lambda)$  у  $W_k = W_k(h\nu)$  (в eB).

$U_z$ , В	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.8
$\lambda$ , нм	614	600	580	550	500	450
$W_k$ , eB	0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8
$h\nu$ , eB	2.0	2.1	2.2	2.3	2.5	2.8

Вимірювання проводилися при фіксованій потужності випромінювання шляхом визначення напруги, при якій зникає струм у колі. Заповнювалася таблиця результатів, виконувався перехід до залежності  $W_k = W_k(h\nu)$  та будовався графік  $W_k = W_k(h\nu)$  (рис. 5.8)

Далі учні працювали над завданням: пояснити одержану залежність на основі квантової теорії.

Преваги комп'ютерного варіанту проведення уроку полягають насамперед у високому ступені візуалізації при вивченні явища фотоелектру, зважаючи, що провести реальний експеримент у наведеному обсязі досить важко, а фронтально практично неможливо. Кращому засвоєнню матеріалу сприяє висока самостійність учнів та варіативні можливості запропонованої моделі.

3. Технології комп'ютерного контролю знань учнів ґрунтуються на комп'ютерних контролюючих



Рис. 4.9. Кадрове вікно „Система оцінки” комплексної комп’ютерної програми „Тестування”

програмах, які дозволяють учителю фізики проводити поточний і підсумковий контроль знань і умінь, а також відповідних способів навчальної діяльності учнів, набутих ними у процесі навчання фізики. Як правило, це тестові програми з вибором відповіді. Ці програми дозволяють оперативно оцінити й проаналізувати знання великих груп учнів та надрукувати результати на принтері. Деякі програми забезпечують статистичну обробку відповідей учнів, що дозволяє учителю фізики зрозуміти, які розділи курсу вимагають більш якісного опрацювання або повторення.

Узагальнені технології комп’ютерного навчання на основі комп’ютерних програм обов’язково містять блоки контролю різного виду. Наприклад, узагальнена комп’ютерна програма „Відкрита фізика” у кожній моделі передбачає розв’язування учнями задач і виконання завдань, а перевірка результату відбувається шляхом розкриття діалогового кадру, де повідомляється про правильність чи хибність відповіді. Після цього учень може скористатися кадром з правильною відповіддю. Відповідь також можна перевірити, задавши у початкових умовах моделі дані задачі. Проте такі контролюючі програми, розраховані на індивідуальне використання, не забезпечують основної функції контролю знань – забезпечення стійкого зворотного зв’язку.

Певним чином ці вади долаються у контролюючих програмах на тестовій основі, у яких передбачено не тільки різні види перевірки знань учнів на всіх етапах функціонування ІКТНФ, але й облік результатів цієї перевірки для кожного учня зокрема і для даного класу у цілому. В основному для текстового наповнення використовувалися задачі для державної атестації з фізики. Очевидним недоліком таких програм є неможливість забезпечення об’єктивної перевірки засвоєння навчального матеріалу з фізики, що відповідає високому рівню навчальних досягнень. Тому для завдань високого рівня складності можна запропонувати, крім введення числової відповіді у кадровому вікні, наводити розв’язання задач у повному обсязі на папері.

Більш перспективними є різноманітні модифікації комплексних тестових контролюючих програм, реалізованих у вигляді універсальних комп’ютерних оболонок, наповнення яких може бути різноманітним і визначається вчителем (викладачем). Такою є оболонка програми „Тестування”, яку можна застосувати як у загальноосвітній школі, так і у вищих навчальних закладах.

Програма містить три основних інформаційних кадрових вікна: введення даних, питання і відповіді та параметри, які, у свою чергу, теж мають розгалуження.

Кадрове вікно „Введення даних” містить такі змістовні блоки:

- дані тесту, що включають інформацію про предмет, тему та автора тесту; вибір типу тесту; порядок відтворення питань; опис тесту;
- додаткові установки, що передбачають такі можливості: а) оцінювати питання за балами складності; б) прикріплення до питань та відповідей малюнків; в) розподіляти питання за групами; г) використання спеціальної групи індивідуальної настройки.

Кадрове вікно „Параметри” містить чотири розгалуження: загальні параметри, де передбачається ціла низка функцій тесту, вибір групи тестування, захист тесту, статистику та системи оцінки (рис. 4.9).

Підсумовуючи, підкреслимо, що накопичено значний досвід розробки та використання комп’ютерних технологій контролю знань учнів з фізики. Сучасні системи програмування, зокрема Delphi, Java дозволяють створювати за відносно короткий час ефективні тестові програми. Наш досвід роботи зі студентами у цьому аспекті засвідчує, що така діяльність доступна більшості з них, проте потребує попередньої комп’ютерної підготовки. Разом з тим використання оболонок готових контролюючих програм вимагає від майбутнього вчителя фізики методичних знань, умінь і навичок з наповнення цих оболонок змістом та використання програми на всіх етапах функціонування технології.

Невирішеною залишається проблема тестування навчальних досягнень учнів високого рівня.

4. Досить часто розробники комп’ютерних технологій навчання фізики, використовуючи назву

„лабораторна робота”, мають на увазі імітацію роботи, яка виконується у фізичній лабораторії. Фактично йдеться про комп’ютерну модель лабораторної роботи з фізики. Проте поліфункціональний характер цих програм у порівнянні з комп’ютерними моделями дозволяє виділяти їх в окрему групу технологій комп’ютерного навчання фізики. До таких функцій відносять: електронні таблиці, куди автоматично заносяться результати проведених експериментів, підпрограми побудови графіків, обробки результатів, а також електронний журнал, у який виставляються оцінки учням за виконану лабораторну роботу.

Технології комп’ютерних лабораторних робіт ґрунтуються на функціональному інваріанті, що складається з шести етапів:

*Перший етап.* Вступна бесіда, ознайомлення учнів з метою роботи. Актуалізація опорних знань (можна провести її за допомогою комп’ютера).

Після запуску програми учні знайомляться зі стислою інформацією про роботу з програмою, що вивічується на екрані дисплею. Потім вводять своє прізвище та ім’я в комп’ютер і складають допуск до роботи. Допуск може проводитися в довільній формі. Наприклад, учні дають відповіді на тестові запитання, що з’являються на екрані дисплея. Основна мета допуску – перевірити підготовленість учнів до роботи. Якщо учень одержує оцінку нижче 4 балів, то він до роботи не допускається.

*Другий етап.* Ознайомлення учнів із послідовністю виконання роботи.

*Третій етап.* Виконання експериментальної частини роботи. Сучасне обладнання досить часто дозволяє використовувати комп’ютер як невід’ємну складову вимірювального та реєструючого комплексу.

*Четвертий етап.* Обробка одержаних результатів. Учень отримує видруковані на папері таблиці результатів разом з прізвищем і оцінкою за допуск.

*П’ятий етап.* Виконання додаткових завдань частиною учнів, які значно випередили своїх однокласників при виконанні роботи.

*Шостий етап.* Підсумки.

Застосування комп’ютерної технології проведення лабораторних робіт з фізики дозволяє автоматизувати контроль готовності учнів до роботи, їх здатність виконувати всі математичні розрахунки й виводити таблицю результатів і графіки на екран дисплея та принтер, а також використовувати комп’ютер для наочного пояснення ходу лабораторної роботи.

Розглянемо приклад застосування комп’ютера для проведення лабораторної роботи “Вивчення руху

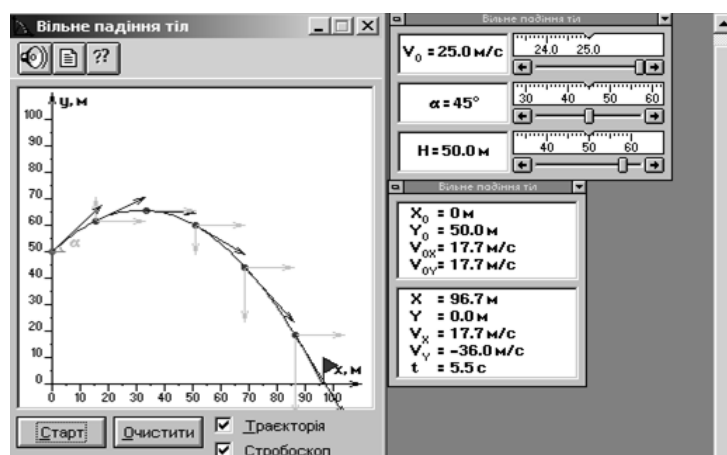


Рис. 4.10. Кадрове вікно комп’ютерної лабораторної роботи „Вивчення руху тіла під дією сили тяжіння”

тіла під дією сили тяжіння” з використанням комп’ютерної програми “Відкрита фізика 1,0” (рис. 4.10).

*Мета роботи:*

- знайомство учнів з комп’ютерною моделлю руху тіла під дією сили тяжіння;
- вивчення руху тіла під дією сили тяжіння у випадку, коли початкова швидкість тіла направлена під кутом до горизонту;
- встановлення залежності дальності польоту і максимальної висоти підйому від величини початкової швидкості та її напрямку;
- засвоєння теоретичних знань за допомогою візуальних уявлень про рух тіла під дією сили тяжіння;
- продовжити навчання учнів теоретичному рівню узагальнення (пояснення одержаних закономірностей за допомогою кінематичних рівнянь).

*Місце уроку у темі “Основи кінематики”.*

Згідно діючої програми з фізики ця лабораторна робота проводиться на 16 уроці теми після вивчення кінематичних рівнянь і вільного падіння тіл. Підкреслимо, що і в програмі , і в підручнику пропонується виконання лабораторної роботи “Рух тіла, кинутого горизонтально”. Застосування комп’ютера дозволяє виконати лабораторну зазначеної тематики, що є безумовним кроком вперед унаслідок більшої її загальності (рух тіла, кинутого горизонтально, розглядається як окремий випадок руху тіла, кинутого під кутом до горизонту).

Обладнання:

- балістичний пістолет, стальна кулька, вимірювальна стрічка, штатив, металеве кільце з ручкою;
- комп'ютер, пристосований до роботи з програмою "Відкрита фізика 1,0".

Хід уроку:

1 етап: ознайомлювальний.. Знайомство учнів з комп'ютерною програмою "Відкрита фізика", особливостями управління комп'ютерною моделлю "Рух тіла під дією сили тяжіння", можливостями зміни таких параметрів:

- модуль початкової швидкості ( $v_0 = 0 + 25 \text{ м/с}$ );
- напрям початкової швидкості ( $\alpha = 0 + 90^\circ$ );
- висота тіла над поверхнею Землі ( $H = 0 + 60 \text{ м}$ );
- можливість користування довідником та калькулятором.

2 етап.

З'ясувати характер залежності дальності польоту  $l$  від величини початкової швидкості  $v_0$ .

Завдання:

1. Обрати певне значення кута  $\alpha$ .
2. Одержати експериментально траєкторію руху тіла при заданому куті  $\alpha$ , якщо значення початкової швидкості змінюються з кроком 5 м/с (всі траєкторії отримати на одному малюнку).

3. Заповнити таблицю:

$\alpha$				
$v_0$				
$l$				

4. Використовуючи комп'ютерну програму „Гран 1”, побудувати графік залежності  $l = l(v_0)$ .

5. Пояснити характер залежності  $l = l(v_0)$  за допомогою формули для знаходження дальності польоту  $l$ .

3 етап.

З'ясуйте характер залежності дальності польоту  $l$  від кута кидання  $\alpha$ .

Завдання:

1. Обрати певне значення початкової швидкості  $v_0$ .
2. За допомогою комп'ютерного експерименту отримати на одному малюнку траєкторії руху тіла при заданому значенні початкової швидкості  $v_0$  у залежності від кута кидання  $\alpha$ . Крок вимірювання кута  $\alpha = 5^\circ + 10^\circ$ .

3. Заповнити таблицю:

$v_0$				
$\alpha$				
$l$				

4. Якому значенню кута  $\alpha$  відповідає максимальна дальність польоту? Одержайте експериментальні дані і поясніть розбіжності в результатах реального і комп'ютерного експерименту (якщо вони є).

Використання ІКТН у контекстній підготовці майбутнього вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання дозволило виділити два напрямки застосування комп'ютера при виконанні лабораторних робіт:

1. Локальне застосування комп'ютера для обробки експериментальних даних та різного виду контролю, включаючи і облік навчальних досягнень учнів.
2. Застосування комп'ютера для безпосереднього проведення експерименту.

Перший напрямок передбачає використання математичних пакетів та електронних таблиць.

На основі аналізу найбільш популярних зарубіжних прикладних програм (Mathematika, Maple V, MatLab, MathCad та Derive) ми прийшли до висновку, що найбільш доцільними у застосуванні є два останні пакети програм.

Пакети MathCad та Derive становлять інтерактивне інтегроване середовище, орієнтоване на вирішення обчислювальних задач широкого класу. Системи містять текстовий редактор, обчислювач і графічний редактор, працюють у графічному режимі й можуть формувати на екрані монітора спеціальні математичні символи, тому програма розв'язування будь-якої задачі виглядає як звичайний математичний запис. Ці пакети можна рекомендувати для виконання і оформлення шкільних лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму. Проте для роботи з цими прикладними програмами потрібна як попередня підготовка вчителя фізики, так і навчання учнів користуванню цими програмами.

Електронні таблиці (табличний процесор) надають користувачу, який не володіє програмуванням, можливість створювати моделі яких-небудь обчислень у вигляді таблиць і легко ними маніпулювати: зберігати, викликати з пам'яті і швидко коригувати, вносити доповнення та уточнення, робити перерахунки заново за лічені секунди, виводити всю модель або окремі її частини на екран і для друку. Електронні таблиці широко використовуються у комп'ютерній програмі "Майкрософт офіс у школі".

Електронні таблиці дуже прості у керуванні і дозволяють робити наочним процес обчислень та обробки даних. У майстра діаграм міститься значна кількість стандартних і нестандартних типів графіків, гістограм і діаграм. Електронні таблиці можна успішно використовувати у процесі проведення



лабораторних робіт, особливо якщо у процесі виконання роботи необхідно дослідити певні функціональні залежності.

Останнім часом виявилася тенденція створення комп'ютерних програм, що містять комплекс лабораторних робіт.

Отже, комп'ютерні лабораторні роботи можна ефективно використовувати у технологіях навчання фізики, по-перше, для порівняння результатів реального експерименту з результатами, одержаними шляхом розгляду його моделі, по-друге, для проведення віртуального лабораторного експерименту, який неможливо здійснити в умовах шкільного кабінету фізики. У процесі підготовки майбутнього вчителя фізики студентів необхідно ознайомити зі спектром комп'ютерних моделей, за допомогою яких можна здійснити віртуальний лабораторний експеримент, та з методикою його організації та проведення. У процесі дослідження виявлено, що застосування чинних комп'ютерних програм з фізики для проведення фронтального та лабораторного експерименту вимагає превентивної підготовки. Вчитель повинен уміти розробляти інструкцію для проведення лабораторної роботи на основі конкретної моделі, готувати рівневі завдання, орієнтуватися в параметрах моделі та їх повноцінному застосуванні, володіти методикою організації і проведення комп'ютерної лабораторної роботи та комп'ютерного фронтального експерименту.

## ТЕМА 2. УЗАГАЛЬНЕНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

1. Технології комп'ютерних навчальних програм.
2. Використання електронних підручників.
3. Технології дистанційного навчання фізики.

*Рекомендована література: 30; 33; 34; 47; 49; 54; 90*

Застосування технологій комп'ютерних навчальних програм забезпечує ознайомлення учнів з навчальним матеріалом, актуалізує деякі етапи формування основних фізичних понять, дозволяє закріпити основні вміння і навички шляхом їх активного застосування в різних навчальних ситуаціях. Ядром технологій є віртуальні комп'ютерні моделі, навколо яких групуються бази даних, електронний підручник та ін. Такі технології можуть застосовуватися як на уроках фізики, так і в домашній роботі учнів. Можливе застосування різних режимів роботи навчальних програм, як, наприклад, у білоруській комп'ютерній навчальній програмі “Активна фізика” та російській „1С: Репетитор. Фізика”: ознайомлення, тренування, залік і екзамен.

Наш досвід застосування таких програм засвідчує їх досить високі навчальні можливості для варіативного навчання фізики. У технологічному плані привабливість навчальних комп'ютерних програм визначається можливостями їх комплексного застосування у навчальному процесі: сучасні комп'ютерні програми містять повноцінний електронний підручник шкільного курсу фізики, підкріплений ілюстраціями, комплексом задач, тестовими матеріалами, комп'ютерними моделями різноманітного призначення, довідковими матеріалами та ін.

Прикладом навчальних комп'ютерних програм, що невпинно розвиваються, є програми компанії „Фізикон”: „Фізика в картинках”, „Відкрита фізика 1.0” (частини I та II), „Відкрита фізика 2.0” та „Відкрита фізика 2.5” (модифікація для використання у мережі Інтернет). Порівняльний аналіз програм “Фізика в картинках” та “Відкрита фізика 1.0” показав, що остання містить значно більшу кількість фізичних моделей (відповідно, 83 проти 58), до того ж більш високої якості. Кількісні переваги супроводжує розширення функціональних можливостей відповідних моделей, збільшення діапазону зміни параметрів моделей та спрощення процедур їх регулювання. Приваблює також у “Відкритій фізиці” спроба розширити візуалізаційний ряд шляхом введення відеофрагментів лекцій, які проводить керівник проекту професор С.М.Козел та відеозаписи понад 19 демонстрацій.

Особливо підкреслює дидактичні переваги “Відкритої фізики” поява комп'ютерних моделей з теми “Основи спеціальної теорії відносності”, таких необхідних для більш якісного засвоєння учнями основ спеціальної теорії відносності, на вивчення якої за рівнем В у діючій програмі з фізики відводиться всього 2 години. Проте у комп'ютерній програмі “Фізика в картинках” методично більш виваженою порівняно з “Відкритою фізикою” є наявність стислих інструкцій до комп'ютерних фізичних моделей, суттєво ширше робоче поле конструктора електричних кіл, пропонується цікава методична і конструктивна знахідка у вигляді конструкторів конденсаторів та резисторів. Основною перевагою комп'ютерної програми “Фізика в картинках” є суттєво більше робоче поле всіх фізичних моделей, що створює можливості для комфортних фронтальних демонстрацій.

Останнім часом компанія „Фізикон” значно модернізувала курс „Відкрита фізика”, випустивши фактично нову комп'ютерну програму „Відкрита фізика 2.0” Авторами курсу є С.М.Козел (підручник, задачі, інтерактивні моделі), В.А.Орлов (тести, задачі) та О.Ф.Кавтрев (лабораторні роботи). Всі комп'ютерні моделі були переписані заново на мові Java. Це дозволило використати у новій версії Інтернет-технології (Java, HTML, Internet Explorer як браузер та ін.), що створило можливості застосування нової версії в Інтернет і в проектах дистанційної освіти („Відкрита фізика 2.5”).

Нова версія курсу містить детальний довідник з фізики, який має структуру підручника і містить 44 параграфи. Більшість параграфів розрахована на учнів основної школи, проте деякі параграфи містять матеріал підвищеного курсу (обертання твердого тіла, механічні автоколивання, другий закон

термодинаміки, ентропія та ін.). Кожна тема супроводжується комплексом задач різного рівня складності (загалом більше 250), до частини з яких (близько 100) наведено розв'язки. Передбачена можливість ведення журналу успішності (на жаль, за п'ятибальною системою оцінювання), за допомогою якого вчителі фізики або навіть батьки можуть контролювати результати учнів під час самостійної роботи над курсом.

Лабораторні завдання формулюються так, що спочатку учень повинен відповісти на поставлене запитання, а потім перевірити правильність одержаного результату, виконавши комп'ютерний експеримент.

Ядром курсу є численні інтерактивні фізичні моделі (їх більше 90), що дозволяють у динаміці проілюструвати фізичне явище, що вивчається. Комп'ютерні моделі, відтворюючи реальні умови фізичних експериментів, дозволяють у широких межах змінювати параметри фізичних величин та умови проведення експерименту. Зазначимо, що комп'ютерні програми „Відкрита фізика 1.0” та „Відкрита фізика 2.0” забезпечені українськими версіями.

У плані управління навчальним процесом вчителем фізики найбільш ефективною виявилася комп'ютерна програма “Використання Microsoft office у школі”. Побудована фактично як значна за обсягом база даних, що містить набір моделей, які можна ввести у будь-який файл, набір графічних малюнків, зразки презентацій, лекцій, лабораторних робіт, тестові оболонки та зразки тестів, програма використовувалася для розробки і реалізації студентами практично всіх представлених у наших класифікаціях технологій навчання фізики. На наш погляд, саме за такими програмами майбутнє. У цьому плані найбільш ефективними є конструктори уроків вітчизняних комп'ютерних програм “Віртуальна фізична лабораторія” та “Фізика 7-11” (рис. 4.11).

Серед інших значних за обсягом комп'ютерних програм для конструювання і реалізації технологій навчання фізики значний інтерес становить продукція російської компанії „ІС”, зокрема комп'ютерна програма „ІС: Репетитор. Фізика 1,5”. 70 інтерактивних моделей, що дозволяють змінювати параметри процесів, понад 300 ілюстрацій, 100 комп'ютерних анімацій та відеофрагментів, понад 300 тестів та задач з розв'язками свідчать про значний технологічний потенціал цієї програми. Проте її не можна

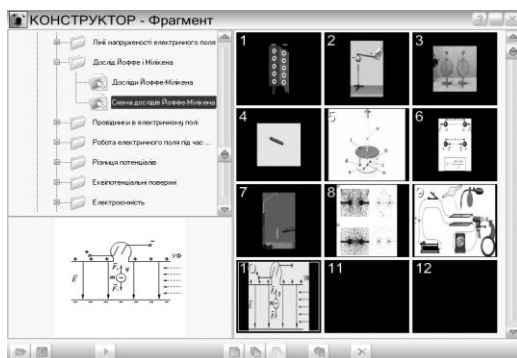


Рис. 4.11. Кадрове вікно “Конструктора уроків”

використовувати для проведення лабораторних робіт і фронтального навчання. Ця програма більш орієнтована на індивідуальне навчання фізики, більше того, вона не призначена для послідовного вивчення фізики учнями IX-X класів. Її користувачем, за задумом авторів, повинен бути учень XI класу, який бажає за досить короткий термін (два місяці) ефективно повторити весь шкільний курс фізики на досить високому рівні.

Структурно посібник складається з 60 питань шкільного курсу фізики, для вивчення кожного з яких надається можливість користування:

- текстом з формулами, що містить пояснення теми;
- малюнками і графіками, що включають елементи анімації, а також можливість змінювати параметри у формулах для фізичних закономірностей і негайно відслідковувати результат цих змін на екрані;
- біографічними відомостями про деяких учених;
- тестами на засвоєння матеріалу теми;
- задачами з теми (перша задача наводиться з розв'язком, для другої наводиться тільки вірна відповідь);
- довідками стосовно системи одиниць, фундаментальних фізичних постійних, таблицями числових значень фізичних величин;
- математичним довідником;
- калькулятором;
- рівневими контрольними тестами і задачами з кожного розділу фізики;
- відеофрагментами реальних експериментів.

Особливістю цієї оригінальної комп'ютерної програми є широке використання математичного апарату (диференціювання і інтегрування), який вивчається в XI класі, навіть при розгляді питань механіки, молекулярної фізики і електромагнетизму. Окрім того, суттєво розширений матеріал стосовно теорії відносності та квантової фізики, тоді як питання електропровідності металів та напівпровідників не розглядаються.

Суттєвий інтерес у аспекті ІКТНФ заслуговує версія програми „1С: Репетитор – Адміністратор”, яка насамперед призначена для вчителя, що проводить уроки в комп'ютерному класі. Використовуючи цю програму, можна зареєструвати учнів, здійснювати групову роботу, дозволяти чи забороняти роботу з програмою, проводити екзамени, слідкувати як за загальною статистикою роботи учнів в журналі, так і за роботою кожного користувача.

На відміну від більшості комп'ютерних програм у цьому курсі розглядаються задачі трьох ступенів складності.

Серед доступних зарубіжних західних комп'ютерних програм можна використати інтерактивні моделі В.Фендта (URL: <http://www.walter-fendt.de/ph11sk/>), враховуючи, що в них пропонується варіант представлення текстів словацькою мовою. На рис. 4.12 подана модель „Фотоефект”.

Проте демо-версій таких моделей всього 13 і частина з них досить примітивні. Переважна більшість Інтернет-сайтів, що містять комп'ютерні програми з фізики, є платними, до того ж переважна їх більшість вимагає знання однієї з поширених європейських мов. Для отримання скороченої версії „Відкритої фізики 2.5” (10% від повної версії) необхідно заплатити 100 російських рублів, тоді як ліцензія на індивідуальне

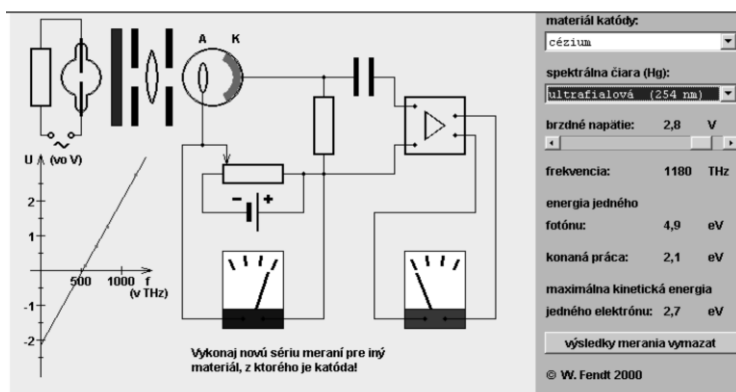


Рис. 4.12. Модель “Фотоефект” В.Фендта

використання повної версії вже коштуватиме 1000 російських рублів. Разом з тим для вчителів передбачені солідні знижки.

Підсумовуючи, підкреслимо стрімкий розвиток навчальних комп'ютерних програм з фізики, тенденцію їх поступового перетворення з монотехнологій навчання („проникаючих” технологій), що носять локальний характер і можуть застосовуватися на окремих етапах функціонування технологій навчання фізики, у самодостатні ІКТНФ, що охоплюють весь процес навчання. Одноразово комп'ютерний навчальний продукт все більше стає галуззю досить вагомого бізнесу, який до того ж стрімко розвивається. Учителю фізики обов'язково необхідно орієнтуватися в цій галузі.

Констатуємо досить представницький загальний українських навчальних комп'ютерних програм з фізики, доступних широкому загалу вчителів. Відзначимо створення першого українського електронного підручника з фізики “Фізика 7-11” (авторський колектив під керівництвом О.І.Бугайова). Він містить діючі моделі, ілюстрації, задачі і завдання, текстовий та довідковий матеріал.

Розгляд узагальнених інформаційно-комунікаційних технологій навчання фізики можна розглядати у контексті управлінських впливів вчителя. У цьому плані додатковими чинниками, що посилюють керівну дію вчителя, є візуалізаційні та мультимедійні можливості комп'ютера.

Можна виділити кілька напрямків управління вчителем фізики навчальною діяльністю учнів в умовах комп'ютерного навчання: розробка і застосування презентацій, використання електронних підручників, адаптивне застосування навчальних комп'ютерних моделей, використання тестових оболонок для контролю знань учнів, проведення практичних і лабораторних занять. Деякі із цих напрямків ми уже розглянули, тому зупинимося на розробці і застосуванні презентацій та використанні електронних підручників.



Рис. 4.13. Кадрове вікно електронного підручника “Фізика-10

### Розробка і застосування презентацій.

Розглянемо більш детально особливості розробки і застосування учителем фізики презентацій, що є супровідною візуалізаційною та змістовою підтримкою під час проведення вчителем уроків вивчення нового матеріалу.

Виключно значні можливості комп'ютера в реалізації такого навчального впливу, як подання різними способами нового матеріалу. Це зумовлено практично безмежними можливостями його зображення на комп'ютері, як статичними, так і динамічними.

Дидактичні можливості графіки набагато збільшуються завдяки тому, що вдається моделювати тривимірне зображення, подане досить реалістично. Наприклад, можна відтворити малюнок автостради, перевантаженої транспортом. Цей малюнок буде змінюватися залежно від швидкості, яку задає користувач. Причому імітується рух автомобіля і відтворюється реальний маршрут з усіма можливими наслідками.

Для підсилення управлінського впливу на навчально-пізнавальну діяльність учнів, розробку презентації необхідно розпочинати зі створення сценарію. Сценарій власне за своєю суттю є розбиттям навчального матеріалу та мультимедійного супроводу по кадрам. Зручно презентацію виконувати у редакторі PowerPoint, але можливі і інші варіанти представлення навчального матеріалу: застосування комп'ютерної програми “Застосування Майкрософт Офіс 2000 у середній школі”, або “Конструктора уроків” вітчизняної комп'ютерної програми “Віртуальна фізична лабораторія”, або комп'ютерної програма “Жива фізика” тощо.

Першим є кадр “Заставка”, зміст якого – представлення теми і розробника. Наступним є кадр основного змісту презентації.

Основний зміст презентації подається в образній формі з обов'язковим поєднанням демонстраційного експерименту. Презентація потребує “стиснення” навчальної інформації, без якого візуалізація стає беззмістовною. Дієвими способами “стиску” навчальної інформації є відомі психолого-педагогічні теорії змістовного узагальнення і укрупнення дидактичних одиниць.

Сприяє цьому комп'ютерна програма “Конструктор уроків” (АТЗТ “Квазар-Мікро Техно”), суттєві переваги якої у можливості надзвичайно швидкого візуалізаційного подання значного обсягу навчальної інформації різними кодами зі всього курсу фізики.

Отже, візуалізація розглядається тут і як спосіб активізації мислення, і як спосіб навчання перекодуванню інформації за допомогою різних знакових систем, і як передумова “стиску” навчальної інформації, і як засіб керівництва навчально-пізнавальною діяльністю учнів.

Як правило, презентація починається повідомленням, в якому відображено такі моменти.

1. Значення вивчення навчального матеріалу.
2. Послідовність вивчення матеріалу.
3. Яким повинен бути результат вивчення навчального матеріалу.
4. Контроль навчальної діяльності учнів.

На завершення презентації учні ознайомлюються з основними питаннями, які виносяться на тематичне опитування.

2. Широкого поширення набула така форма навчальних комп'ютерних програм, як електронний підручник. Управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів під час застосування електронних підручників має свої особливості, зумовлені модельним, гіпертекстовим, і візуалізаційним характером подання навчального матеріалу в цих посібниках. Ядром електронного підручника є навчальна комп'ютерна модель.

Можливі різні способи використання електронного підручника з точки зору управління учителем навчально-пізнавальною діяльністю учнів.

1. Електронний підручник використовується під час вивчення нового матеріалу і його закріпленні (не більше 20 хвилин роботи учня за комп'ютером). Учні спочатку опитують за традиційною методикою або за допомогою друкованих тестів. При переході до вивчення нового матеріалу учні парама сідають біля комп'ютера, вмикають його і починають працювати зі структурною формулою і структурними одиницями параграфа під керівництвом і за планом учителя.

2. Електронна модель підручника може використовуватися на етапі закріплення матеріалу. На конкретному уроці новий матеріал вивчається звичайним способом, а під час закріплення всі учні 5-7 хвилин під керівництвом учителя співвідносять одержані знання з електронним варіантом тексту.

3. В межах комбінованого уроку за допомогою електронного підручника здійснюється повторення і узагальнення вивченого матеріалу (15-17 хвилин). Такий варіант більш доцільний для уроків підсумкового повторення, коли в ході уроку необхідно "проглянути" зміст кількох параграфів, виявити родовід понять, повторити найбільш важливі факти і події, визначити причинно-наслідкові зв'язки. На такому рівні учні повинні мати можливість попрацювати спочатку разом (по ходу пояснення вчителя), а потім в парах (за завданням учителя), нарешті, індивідуально (по черзі).

4. Окремі уроки можуть бути присвячені самостійному вивченню нового матеріалу і складанню за його підсумками своєї структурної формули параграфа. Така робота проводиться в групах учнів (3-4 школяра). В кінці уроку (10 хвилин) учні звертаються до електронної формули параграфа, порівнюючи її зі своїм варіантом. Таким чином відбувається залучення учнів до дослідницької роботи на уроці, зокрема і на першому ступені навчання фізики.

5. Електронний підручник використовується як засіб контролю засвоєння учнями понять. Тоді до складу електронного підручника входить система моніторингу, як наприклад в електронних підручниках з фізики, розроблених АТОВ "Квазар Мікро". Результати тестування учнів з предмета фіксуються і оброблюються комп'ютером. Дані моніторингу можуть використовуватися учнем, учителем, методичною службою та адміністрацією. Процент вірно розв'язаних задач дає учню уявлення про те, як він засвоїв навчальний матеріал, при цьому він може подивитися, які структурні одиниці ним засвоєні не належним чином, а вчителю дає можливість здійснити корекцію знань учнів. Таким чином, і сам учень деякою мірою може брати участь в керівництві процесом навчання.

Учитель також, на основі одержаної інформації має можливість керувати процесом навчання. Результати класу за змістом в цілому дозволяють учителю побачити необхідність організації повторення тієї чи іншої структурної одиниці для досягнення якомога вищого рівня навченості. Розглядаючи результати окремих учнів стосовно засвоєння ними конкретних структурних одиниць навчального матеріалу, учитель може зробити аналогічні висновки стосовно кожного учня й прийняти відповідні методичні рішення в плані індивідуальної роботи. Нарешті, можна прослідкувати динаміку навчання учня з фізики. Стабільні високі результати деяких учнів дають можливість учителю накреслити для них індивідуальну траєкторію вивчення фізики.

У дидактичному плані необхідне порівняльне експериментальне вивчення ефективності як традиційних технологій навчання фізики з їх аналогами, в які введені елементи ІКТНФ, так і аналогічне порівняльне дослідження інноваційних технологій навчання у поєднанні з ІКТНФ різного рівня – від локальних до узагальнених.

#### **Запитання і завдання для самоконтролю**

1. Розкрийте зміст поняття "інформаційно-комунікаційні технології навчання фізики".
2. Які можливі модифікації навчальних комп'ютерних моделей з фізики?
3. Які особливості управлінської діяльності учителя фізики під час використання електронних підручників?
4. Які орієнтовні етапи інваріанту проведення лабораторної роботи з фізики із залученням комп'ютера?
5. Яка послідовність створення презентації? Її призначення і методичні особливості?

#### **Завдання для самостійної роботи студентів**

1. Розробити презентацію вивчення нового матеріалу з певної теми шкільного курсу фізики (на вибір студента).

2. Використовуючи комп'ютерну навчальну програму "Віртуальна фізична лабораторія", виконайте лабораторну роботу шкільного курсу фізики "Визначення заряду електрона". Підготуйте інструкцію до виконання комп'ютерного варіанта цієї лабораторної роботи учнями 10 класу у режимі локальної комп'ютерної мережі.

3. Використовуючи "Конструктор уроків", підготуйте комп'ютерний комбінований урок з фізики.

## Література

1. Алдер Х. НЛП: современные психотехнологии. – СПб: Питер, 2000. – 160 с.
2. Алексюк А.М. Загальні методи навчання в школі. – К.: Радянська школа, 1981. – 206 с.
3. Ангеловски К. Учителя и инновации: Кн. для учителя: Пер. с макед. – М.: Просвещение, 1991. – 199 с.
4. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. – Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, 1999. – 174 с.
5. Атанов Г.А. Деятельностный подход в обучении. – Донецк: «ЕАИ–пресс», 2001. – 160 с.
6. Башарин В.Ф. Педагогическая технология: что это такое? // Специалист – 1993. – № 3. – С.16-19.
7. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 302 с.
8. Брушлинский А.В. Психология мышления и проблемное обучение. – М.: Знание, 1983. – 96 с.
9. Бугайов О.І. Базовий курс фізики у 7-9 класах 12-річної середньої школи // Модель середньої фізичної освіти в умовах переходу на 12-річний термін навчання / Наук.-методич. зб. Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету. Серія педагогічна. Вип. 7. – Коломия: ВПТ “ВІК”, 2001. – С.10-15.
10. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теор. основы: Учебное пособие для студентов пед. институтов по физ.-мат. спец. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
11. Бугайов О.І. Вважаю, потрібно чинити так... (Концепція фізичної освіти у середній загальноосвітній школі України) // Рідна школа. – 1993. – № 1. – С.34-37.
12. Вазина К.Я. Саморазвитие личности и модульное обучение. – Н.Новгород, 1991. – 122 с.
13. Вертгеймер М. Продуктивное мышление: Пер. с англ./ Общ. ред. С.Ф.Горбова и В.П.Зинченко. – М.: Прогресс, 1987. – 336 с.
14. Вологодская З.В., Усова А.В. Дидактический материал по физике: 6-7 кл. – М.: Просвещение, 1983. – 127 с.
15. Гальперин П.Я. О психологических основах программированного обучения // Новые исследования в педагогических науках. Вып. IV. – М.: Педагогика, 1965. – С.84-96.
16. Гончаренко С. Український педагогічний словник. – К.: Либідь, 1997. – 376 с.
17. Гончаренко С.У. Методика як наука // Шлях освіти. – 2000. – № 1. – С.2-6; №2. – С.5-11.
18. Гончаренко С.У. Стандарти шкільної фізичної освіти // Стандарти фізичної освіти в Україні: технологічні аспекти управління навчально-пізнавальною діяльністю / Наук. ред. Є.В.Коршак, П.С.Атаманчук. – Кам'янець-Подільський: К.-ПДПУ, 1997. – С.18-19.
19. Гончаренко С.У., Мальований Ю.І. Гуманізація і гуманітаризація освіти // Шлях освіти. – 2001. – № 2. – С.2-7.
20. Гузев В.В. Образовательная технология: от приема до философии. – М.: Сентябрь, 1996. – 112 с.
21. Гузик Н.П. Обучение органической химии: Кн. для учителя: Из опыта работы. – М.: Просвещение, 1988. – 223 с.
22. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения: Опыт теоретического и эмпирического психологического исследования. – М.: Педагогика, 1986. – 240 с.
23. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. – М.: ИНТОР, 1996. – 544 с.
24. Давыдов В.В. Учебная деятельность: состояние и проблемы исследования // Вопросы психологии. – 1991. – № 6. – С.5-14
25. Дидактика средней школы. Некоторые проблемы дидактики / Под ред. М.Н.Скаткина. – М.: Просвещение, 1982. – 319 с.
26. Дьяченко В.К. Организационная структура учебного процесса и ее развитие. – М.: Педагогика, 1989. – 160 с.
27. Закон про середню школу // Початкова школа. – №8. – 1999. – С.1-11.
28. Зязюн І.Я. Гуманістична стратегія теорії і практики навчального процесу // Рідна школа. – 2000. – № 11. – С.8-13.
29. Ибрагимов Г.И., Ибрагимова Е.М. Из истории одной педагогической идеи // Педагогика. – 1996. – № 6. – С.34-36.
30. Іваницький О.І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі. Монографія. – Запоріжжя: Прем'єр, 2001. – 266 с.
31. Игровое моделирование: Методология и практика / Отв. ред. И.С.Ладенко. – Новосибирск: Наука, 1987. – 231 с.
32. Ильченко В.Р. Формирование естественнонаучного миропонимания школьников: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1993. – 192 с.
33. Информационные технологии в системе непрерывного педагогического образования (Проблемы методологии и теории): Монография / Под ред. В.А.Извозчикова. – СПб.: Образование, 1996. – 224 с.
34. Кавтрев А.Ф. Компьютерные программы по физике для средней школы // Компьютерные инструменты в образовании. – 1998. – № 1. – С.42-47.
35. Кларин М.В. Инновационные модели обучения в современной зарубежной педагогике // Педагогика. – 1994. – № 5. – С.104-109.
36. Климов Е.А. Основы психологии: Учебник для вузов. – М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1997. – 295 с.
37. Козловська І.М. Теоретико-методологічні аспекти інтеграції знань учнів професійно-технічної школи: дидактичні основи. Монографія / За ред. С.У.Гончаренка. – Львів: Світ, 1999. – 302 с.

38. Коменський Я.А. Избранные педагогические сочинения; (В 2-х т.). Под ред. А.И.Пискунова. – М.: Педагогика, 1982. – Т.1. – 652 с.
39. Концептуальні засади демократизації та реформування освіти в Україні. Педагогічні концепції / А.Алексюк, О.Вишневський, П.Кононенко, В.Майборода, А.Погрібний, М.Стельмахович, Т.Усатенко. – К.: Школяр, 1997. – 148 с.
40. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. – М.: Политиздат, 1977. – 304 с.
41. Лернер И.Я. Теория современного процесса обучения, ее значение для практики // Советская педагогика. – 1989. - № 11. – С.11-17.
42. Лингарт Й. Процесс и структура человеческого учения. – М.: Прогресс, 1970. – 685 с.
43. Лозанов Г., Гатева Е. Суггестопедическое руководство для преподавателей иностранного языка. – София, 1981. – 128 с.
44. Ломов Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. М.: Наука, 1984. – 442 с.
45. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.
46. Мартинюк М.Т. Вивчення фізики і астрономії в основній школі: (Теорет. і метод. засади). – К.: ТОВ “Міжнар. фін. агенція”, 1998. – 274 с.
47. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютерного обучения. – М.: Педагогика, 1988. – 192 с.
48. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы / Под ред. В.П.Орехова и А.В.Усовой. – М.: Просвещение, 1980. – Ч.1. – 320 с.
49. Монахов В.М. Технологические основы проектирования и конструирования учебного процесса. – Волгоград, 1995. – 168 с.
50. Мясоед П.А. Системно-деятельностный подход в психологии развития // Вопросы психологии. – 1999. - № 5. – С.90-100.
51. Научные основы школьного курса физики / Под ред. С.Я.Шамаша, Э.Е.Эвенчик. – М.: Педагогика, 1985. – 228 с.
52. Нечет В.І. Основи теорії навчання фізики в загальноосвітній середній школі. – Запоріжжя: АТ “Мотор Січ”, 1997. – 201 с.
53. Нісімчук А.С., Падалка О.С., Шпак О.Т. Сучасні педагогічні технології: Навчальний посібник. – К.: Просвіта, 2000. – 368 с.
54. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повышения квалификации пед. кадров /Е.С.Полат, М.Ю.Бухаркина, М.В.Моисеева, А.Е.Петров / Под ред. Е.С.Полат. – М.: Академия, 2000. – 272 с.
55. Оконь В. Введение в общую дидактику. – М.: Высшая школа, 1990. – 382 с.
56. Освітні технології: Навчально-методичний посібник / О.М.Пехота, А.З.Кіктенко, О.М.Любарська та ін. / За ред. О.М.Пехоти. – К.: А.С.К., 2001. – 256 с.
57. Основы методики преподавания физики в средней школе / Под ред. А.В.Перышкина, В.Г.Разумовского, В.А.Фабриканта. – М.: Просвещение, 1984. – 398 с.
58. Остапенко А.А. Теоретические основания моделирования технологии концентрированного обучения // Школьные технологии. – 2002. – № 6. – С.3-68.
59. Остапенко А.А. Анализ эффективности образовательной технологии концентрированного обучения // Школьные технологии. – 2003. – № 2. – С.183-190.
60. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв’язуванню і складанню фізичних задач: (теоретичні основи). – К.: ТОВ “Міжнар. фін. агенція”, 1997. – 177 с.
61. Підласий І.С., Підласий А.І. Педагогічні інновації // Рідна школа. – 1998. – №12. – С.3-17.
62. Платонов К.К., Голубев Г.Г. Психология. – М.: Высшая школа, 1977. – 247 с.
63. Програми для середніх загальноосвітніх шкіл. Фізика. Астрономія. 7-11 класи/ О.І.Бугайов та інші. – К.: Перун, 1996. – 144 с.
64. Психология. Словарь /Под. общ. ред. А.В.Петровского, М.Г.Ярошевского. – 2-е изд. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
65. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1975. – 272 с.
66. Решетова З.А. Психологические основы профессионального обучения. – М.: МГУ, 1985. – 208 с.
67. Российская педагогическая энциклопедия: В 2 тт. / Гл. ред. В.В.Давыдов. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 1993. – 672 с. Т.1. – А–Л – 1993.
68. Российская педагогическая энциклопедия: В 2 тт. / Гл. ред. В.В.Давыдов. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 1998. – 672 с. Т.2. – М – Я – 1999.
69. Рябова В.О. Інноваційний аналіз дидактичних версій модульного навчання // Рідна школа. – 2000. – № 1. – С.13-20.
70. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Дидактические игры в процессе обучения физике. М.: НМЦ СПО, 1996. – 146 с.
71. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Основные тенденции совершенствования технологии обучения физике // Специалист. – 1993. – № 6. – С.31-33.
72. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.
73. Сергеев О.В., Тишук В.І. Інноваційні процеси в методиці навчання фізики // Оновлення змісту,

- форм та методів навчання фізики. Наук. записки Рівненського педінст. Вип.2. – Рівне: РДПІ, 1997. – С.4–12.
74. Сибирская М.П. Педагогические технологии: теоретические основы и проектирование. – СПб., Питер, 1998. – 156 с.
75. Сковин Е.В. Объединение школьных модулей. – М.: Просвещение, 1992. – 86 с.
76. Справочник учителя физики. Приложение к сборнику «Проблемы формирования теоретических обобщений и вариативных технологий обучения физике». Выпуск 1. – М.: МПУ, 1999. – 59 с.
77. Стандарти основної і профільної школи // Освіта України. – №5. – 20 січня 2004 р. – С.1-13.
78. Гальзина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний (психологические основы). – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 344 с.
79. Тарасов Л.В. Необходимость перестройки преподавания естественных предметов на основе интегративно-гуманитарного подхода // Физика в школе. – 1989. - № 4. – С.32-44.
80. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы / С.Е.Каменецкий, Н.С.Пурышева, Н.Е.Важеевская и др.; Под ред. С.Е.Каменецкого, Н.С.Пурышевой. – М.: Академия, 2000. – 368 с.
81. Унт И.Э. Индивидуализация и дифференциация обучения. – М.: Педагогика, 1990. – 192 с.
82. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1988. – 112 с.
83. Фридман Л.М. Педагогический опыт глазами психолога. – М.: Просвещение, 1987. – 224 с.
84. Фурман А.В. Модульно-розвивальне навчання: принципи, умови, забезпечення: Монографія. – К.: Правда Ярославичів, 1997. – 340 с.
85. Хуторской А.В. Современная дидактика: учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2001. – 544 с.
86. Чошанов М.А. Гибкая технология проблемно-модульного обучения: Методическое пособие. – М.: Народное образование, 1996. – 160 с.
87. Шаталов В.Ф. Эксперимент продолжается. – М.: Педагогика, 1989. – 336 с.
88. Щетинин М.П. Объять необъятное: Записки педагога. – М.: Педагогика, 1986. – 176 с.
89. Щукина Г.И. Роль деятельности в учебном процессе: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1986. – 144 с.
90. Электронно-коммуникативные средства, системы и технологии обучения: Учеб. пос. / Под ред. В.А.Извозчикова. – СПб.: Образование, 1995. – 240 с.
91. Энциклопедия профессионального образования: В 3-х т. / Под ред. С.Я.Батышева. – М., АПО. 1998. – 568 с. Т. 1 – А-Л – 1998.
92. Энциклопедия профессионального образования: В 3-х т. / Под ред. С.Я.Батышева. – М., АПО. 1999. – 440 с. Т.2 – М-П – 1999.
93. Энциклопедия профессионального образования: В 3-х т. / Под ред. С.Я.Батышева. – М., АПО. 1999. – 488 с. Т.3 – Р-Я – 1999.
94. Эрдниев П.М., Эрдниев Б.П. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1986. – 255 с.
95. Юцевичене П.А. Принципы модульного обучения // Советская педагогика. – 1990. - № 1. – С.55-60.
96. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. – М.: Просвещение, 1996. – 168 с.