



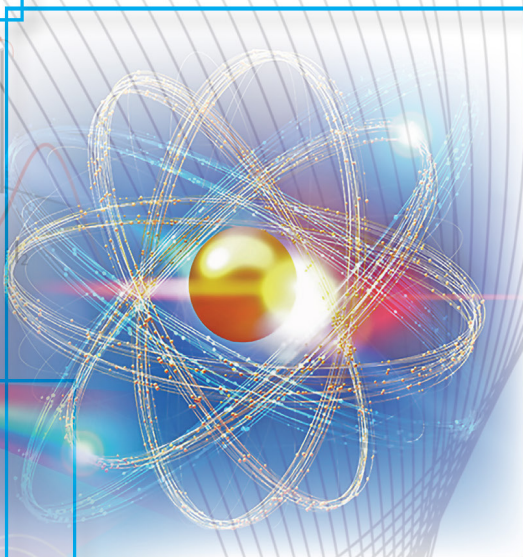
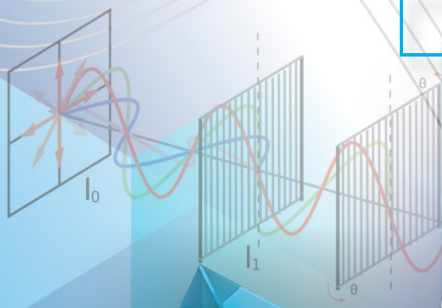
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ
НАПН УКРАЇНИ



МЕТОДИКА компетентісно орієнтованого навчання фізики учнів гімназії

Методичний
посібник




КОНВІ
ПРІНТ
Київ – 2021

*Рекомендовано до друку вченою радою
Інституту педагогіки НАПН України
(протокол №13 від 30 грудня 2020 р.)*

Рецензенти:

Лесняк Т. К., вчитель фізики спеціалізованої школи №2 ім. Д. Карбишева з поглибленим вивченням предметів природничого циклу Подільського району міста Києва

Чумак М. Є., доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.

Експерт:

Лопіньський В. В., кандидат фізико-математичних наук, доцент, провідний науковий співробітник відділу математичної та інформатичної освіти Інституту педагогіки НАПН України

Методика компетентісно орієнтованого навчання фізики учнів гімназії : методичний посібник / Головка М. В., Засєкін Д. О., Крячко І. П., Мацюк В. М., Мельник Ю. С., Непорожня Л. В., Сіпій В. В. [Електронне видання]. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2021. - 297 с.

ISBN 978-617-7724-90-1

У методичному посібнику описано методику компетентісно орієнтованого навчання фізики учнів гімназії. Розглянуто методичні аспекти формування, розвитку та перевірки предметної компетенції здобувачів базової освіти з фізики. Призначено учнів та вчителів закладів загальної середньої освіти, студентам педагогічних закладів вищої освіти.

ЗМІСТ

Розділ 1. Реалізація компетентнісного підходу у навчання фізики учнів гімназії як педагогічна проблема	5
1.1. Поняття про предметну компетентність з фізики учнів гімназії	5
1.2. Особливості навчальної діяльності учнів підліткового віку в контексті компетентнісного підходу до навчання фізики.	14
1.3. Організація навчально-пізнавальної діяльності учнів гімназії в процесі формування компетентностей з фізики	23
1.4. Тенденції розвитку політехнічної освіти (STEM-освіти) в сучасних умовах навчання фізики в основній школі	39
1.5. Особливості поглибленого вивчення базового курсу фізики	51
 Розділ 2. Методика формування окремих складників предметної компетентності учнів гімназії з фізики	66
2.1. Реалізація наскрізних змістових ліній у навчанні курсу фізики гімназії.	66
2.2. Розв'язування фізичних задач як складова методики формування компетентностей	78
2.3. Методика реалізації пропедевтики астрономічного складника змісту освітньої галузі «Природознавство» в курсі фізики гімназії	99
2.4. Методика формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики.	140
2.5. Використання сучасних технічних засобів навчання для формування предметної компетентності учнів основної школи з фізики.	177

Розділ 3. Контроль сформованості компетентності здобувачів освіти	193
3.1. Комплексна педагогічна діагностика як основа цілепокладання в процесі формування компетентностей учнів гімназії на уроках фізики.	193
3.2. Оцінювання навчальних результатів учнів гімназії з фізики на засадах компетентнісного підходу	208
3.3 Статистичні методи дослідження рівнів сформованості компетентностей	256
3.4. Методичні особливості тестового оцінювання рівня сформованості предметної компетентності з фізики.	275

РОЗДІЛ 1

РЕАЛІЗАЦІЯ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ У НАВЧАННЯ ФІЗИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА

1.1. ПОНЯТТЯ ПРО ПРЕДМЕТНУ КОМПЕТЕНТНІСТЬ З ФІЗИКИ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ

Навчання фізики в закладах загальної середньої освіти України є важливим компонентом загальноосвітньої і професійної підготовки молоді, неперервної освіти, що забезпечує широкі можливості для інтелектуального розвитку особистості, вмінь встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між фактами, подіями та явищами.

Загальноцивілізаційна тенденція до глобалізації та перехід людства до науково-інформаційних технологій вивели науку і освіту на новий рівень, створюючи нові можливості та висуваючи нові вимоги й завдання, зокрема вироблення у людини здатності до свідомого та ефективного функціонування в умовах глобалізованого, інформаційного суспільства. Сучасній людині доводиться щоденно використовувати різноманітні прилади та пристрої: офісну та побутову техніку, програмоване обладнання на виробництві, мобільні прилади та засоби зв'язку, персональні комп'ютери. Щоб ефективно й безпечно використовувати весь спектр техніки, будь-яка людина, незалежно від сфери діяльності, повинна знати принципи роботи техніки, усвідомлювати її значення.

Фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає загальні закономірності перебігу природних явищ, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи й дає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу. Сучасна фізика, окрім наукового, має важливе соціокультурне значення. Вона є невід'ємною складовою культури високотехнологічного інформаційного суспільства.

Одним з основних напрямків модернізації освіти вважається підвищення її якості. Якість освіти — відповідність освітнього результату вимогам особистості, суспільства й держави. У ситуації динамічного соціально-економічного розвитку країни аналіз запитів суспільства дозволяє

виявити потребу в нових результатах освіти. У наш час конкурентоспроможність людини на ринку праці багато в чому залежить від її здатності опановувати нові технології, адаптуватися до умов праці, що змінюються. Однією з відповідей системи освіти на запит роботодавців і суспільства загалом є ідея компетентнісно-орієнтованої освіти.

Поняття компетентності є запозиченням із західної педагогічної лексики й останнім часом є предметом дослідження багатьох міжнародних організацій, які виробляють свої рекомендації щодо формування компетентності. Здебільшого компетентність визначається як «спроможність особистості сприймати та відповідати на індивідуальні та соціальні потреби, кваліфіковано здійснювати діяльність у певному напрямі, виконувати завдання або роботу».

Поставлене 1996 році в програмі Ради Європи питання про те, що для реформ освіти суттєвим є визначення ключових компетенцій (key competencies), які покликані набути студенти як для здобуття вищої освіти, так і для успішної майбутньої роботи, на сьогодні трансформувалось на всі ланки освіти і неодноразово змінювалось відповідно до суспільного запиту і прогнозів розвитку суспільства. В доповіді міжнародної комісії з освіти для XXI ст. сформульовані «чотири стовпи», на яких має базуватися освіта: «навчитися пізнавати, навчитися робити, навчитися жити разом, навчитися жити» [62, с. 8], що визначає по суті основні глобальні компетентності.

Проблема формування та розвитку компетентностей учнів ґрунтовно досліджена: на рівні загальних положень впровадження засад компетентнісної освіти у навчальний процес (І. Д. Бех, С. У. Гончаренко, В. В. Краєвський, В. Г. Кремінь, І. А. Зимня, Е. Ф. Зеєр, А. В. Хуторської та ін.); фізичної компетентності (П. С. Атаманчук, Л. Ю. Благодаренко, Т. М. Засекіна, Н. Л. Сосницька, М. І. Садовий, Л. П. Суховірська, В. Д. Шарко, М. І. Шут та ін.).

У працях дослідників акцентується увага на тому, що якщо в рамках знаннєвої моделі навчання найважливішим завданням було сформулювати в учня цілісну природничо-наукову картину світу, то в рамках компетентнісної моделі це лише дуже бажане навчальне завдання. За наявності інших важливих складових його реалізація може забезпечити високий рівень компетентності. Цими іншими складовими, попри знання, є відповідні особистісні вміння, навички, цінності та досвід. Людина може стати компетентною лише сама, використавши ресурси для певної діяльності, випробувавши різні моделі поведінки в її процесі та обравши з-поміж них ті, що найбільше відповідають власній натурі.

Попри те, що в основних нормативних освітніх документах декларується дитиноцентризм і перехід від знаннєвої моделі освіти до компетентнісної, процедурами зовнішнього незалежного оцінювання продовжується першочергово оцінюватися сформованість традиційних знань, умінь та навичок, а сформованість цінностей та ставлень й досвід практичної діяльності залишаються на другому плані. У зв'язку з цим робота вчителя й школи визначається громадою, насамперед, як процес, спрямований на формування знань, умінь та навичок. Реалізуючи запит батьківської громадськості, вчителі віддають перевагу підготовці учнів до успішної здачі зовнішнього незалежного оцінювання. Так на уроках фізики, хімії, біології, математики пропонуються завдання, аналогічні до завдань Зовнішнього незалежного оцінювання, які є переважно абстрактними, втрачають свій виховний та ціннісно-орієнтаційний потенціал. До того ж повною мірою не використовуються міжпредметні зв'язки між природничими предметами, що не сприяє формуванню природничо-наукової компетентності, як ключової.

Сьогодні, як і декілька років тому, ми відмічаємо багатогранність і суперечність питань, пов'язаних з процесом формування та оцінювання компетентностей учнів загальноосвітніх навчальних закладів. Формування ключових і предметних компетентностей учнів загальноосвітніх навчальних закладів залишається актуальною педагогічною проблемою наукових педагогічних досліджень. Так, дослідниця О. П. Пінчук розглядає предметну компетентність учня з фізики, в першу чергу, як ознаку високої якості його навчальних умінь, можливості установлювати зв'язки між набутими фізичними знаннями та реальною ситуацією, здатності знаходити процедуру (метод) розв'язання, що відповідає проблемі та успішно використовувати свої вміння, сформовані протягом вивчення фізики як навчальної дисципліни. Ми поділяємо її думку, що орієнтованість навчально-виховного процесу з фізики основної школи на формування предметних компетентностей учнів означає, також, формування схильності до навчання фізики. Як наслідок — визначає ступінь здатності учня успішно продовжувати навчання фізики у старшій школі. Проте, вважаємо, що це важливо насамперед для тих учнів, що вивчатимуть фізику на профільному рівні в старшій школі чи професійно-технічних навчальних закладах.

С. Ю. Каменецький розглядає предметну компетентність учня як готовність і здатність діяти в конкретній предметній області. Під здатністю ми розуміємо «властивість індивіда, яка визначає його можливість, спроможність, нахил до виконання певної діяльності... Здатність зумовлюється рівнем знань, здібностей, навичок, особистісними якостями...

розвивається, поглиблюється у процесі практичної діяльності людини». Таке розуміння предметної компетентності близьке до визначеного у Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти: «Компетентність — набута у процесі навчання інтегрована здатність учня, що складається із знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці».

У структурі предметної компетентності з фізики учнів старшої школи І. А. Чайковська виділяє три компоненти: когнітивний, діяльнісний, особистісний (рис. 1.1.) й зазначає, що компетентності не суперечать знанням, умінням і навичкам, вони передбачають осмислено їх використовувати. Ми цілком поділяєм думку дослідниці, акцентуючи увагу на тому, що, на нашу думку запропоновані компоненти предметної компетентності це внутрішні ресурси діяльності учня, а традиційні для вітчизняної школи знання, уміння та навички є результатом діяльності, що дає змогу перевірити рівень сформованості компетентності школярів.

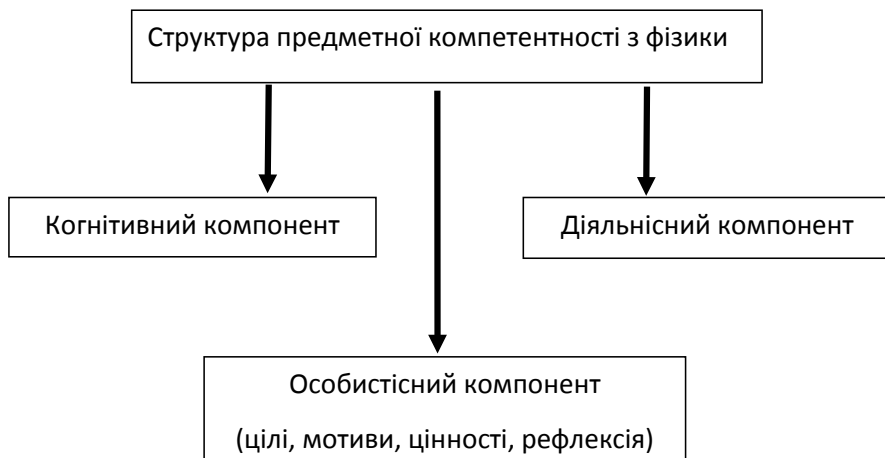


Рис. 1.1 Структура предметної компетентності

Аналогічних поглядів дотримується й ряд інших вчених, зокрема І. А. Зимня [61] вважає, що компетентність має такі складові у своїй структурі:

- готовність до прояву компетентності (мотиваційний аспект);
- володіння знаннями (когнітивний аспект);
- уміння проявляти компетентність у різноманітних ситуаціях (поведінковий аспект);
- ставлення до змісту компетентності та об'єкту її застосування (ціннісно-смысловий аспект);

-
- емоційно-вольова регуляція процесу;
 - результат прояву компетентності.

А. В. Хуторський [177] у своїх працях виділяє у структурі компетентності такі компоненти:

- мотиваційний (готовність до прояву компетентності);
- когнітивний (накопичені знання);
- діяльнісний (опановані способи діяльності);
- аксіологічний (ціннісне ставлення до набутих знань, діяльності, особистого зростання).

М. О. Князян [72] розглядає структуру компетентності таким чином:

- гностичний (володіння особистістю певною сумою знань);
- процесуальний (уміння будувати алгоритм своїх дій і дотримуватися його при виконанні певного кола завдань);
- інформаційно-опановувальний (уміння накопичувати інформацію і аналізувати її у ракурсі досліджуваної проблеми);
- інтерактивний (встановлення соціальних зв'язків);
- особистісний (оволодіння та виявлення соціальних норм та цінностей).

Отже, думки вчених щодо визначення внутрішньої структури компетентності неоднозначні, але спільними для багатьох підходів є такі структурні елементи: мотиваційний, когнітивний, діяльнісний та особистісний, який включає емоційно-вольовий, ціннісний, рефлексивний.

Мотиваційний компонент предметної компетентності включає: усвідомлення значущості і цінності фізики в сучасному суспільстві, мотивацію до вивчення фізико-математичних дисциплін й орієнтацію на використання цих дисциплін в діяльності, ціннісне відношення до вивчення фізики й математики в професійному контексті, розуміння їх ролі в житті людини.

Когнітивний компонент предметної компетентності здебільшого розглядається як рівень знань учнів з предмету.

Діяльнісний компонент передбачає вміння використовувати набуті знання для вирішення навчальних завдань.

Всі ці компоненти є особистісними й передбачають формування Я-концепції, ціннісні ставлення, усвідомленість, послідовність, раціональність, узагальненість прийняття рішень, здатність учня до вольових напружень, наполегливості, витривалості, стриманості тощо.

Ціннісні ставлення й усвідомлення школярами своїх знань, моральних норм, ідеалів, мотивів поведінки, загальної оцінки самого себе як особистості, характеризує ціннісно-рефлексивний компонент предмет-

ної компетентності. Цей компонент передбачає в першу чергу сформованість такої психологічної якості, як рефлексія.

На нашу думку, предметна компетентність з фізики може бути розглянута як ресурс діяльності, та як її результат (рис. 1.2). З точки зору ресурсу діяльності особистості (верхня частина схеми) компонентами предметної компетентності є: мотиваційний, когнітивний, діяльнісний та особистісний. Проте, оскільки компетентність є особистісною характеристикою, то виміряти її сформованість за цими компонентами складно.

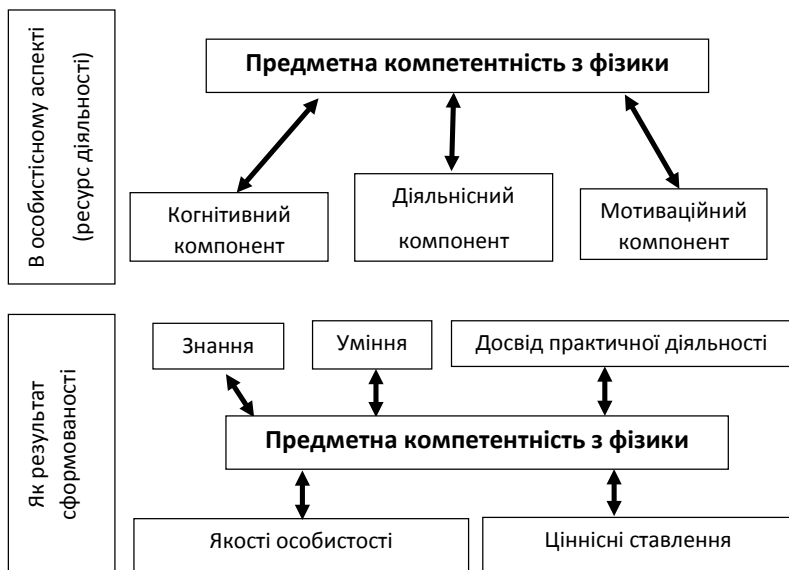


Рис. 1.2. Структура предметної компетентності учня

У шкільній практиці та у Державному стандарті базової та повної загальної середньої освіти компетентність учня розглядаються як результат діяльності (нижня частина схеми). Відповідно оцінюючи компетентність слід оцінити сформованість її компонент, як результатів діяльності: знань, умінь, ціннісних ставлень та набутого учнем досвіду практичної діяльності та психічних якостей особистості.

Такий підхід цілком узгоджуються з визначенням поняття предметна компетентність зазначеним у Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти «Предметна (галузева) компетентність — набутий учнями процес навчання досвід специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань».

Конкретизуємо складові предметної компетентності учнів основної школи, як результатів їх діяльності.

М. Д. Ярмаченко у Педагогічному словнику дає таке визначення терміну «знання» — перевірений практикою результат пізнання дійсності, правильне її відображення в мисленні людини у вигляді уявлень, понять, суджень. Аналогічно визначають це поняття й інші вчені (П. І. Підкасітий, І. А. Каїров, І. П. Подласий, В. С. Ротенберг та ін.), що свідчить про унормованість цього терміну в педагогічній літературі. Засвоювані школярами знання в процесі цілеспрямованого навчання мають бути науковими, систематичними, осмисленими, усвідомленими. Перехід від знаннєвої до компетентнісної моделі навчання, що визначена державними освітніми документами не нівелює цінність знань, а акцентує увагу педагогів, що знання відіграють дуже важливу роль і є одним з компонентів компетентності.

Технології оцінювання знань учнів є ґрунтовно розробленими й передбачають перевірку якості знань. Відповідно до критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів виділяють такі характеристики якості знань.

Повнота знань — кількість знань, визначених навчальною програмою.

Глибина знань — усвідомленість існуючих взаємозв'язків між групами знань.

Гнучкість знань — уміння учнів застосовувати набуті знання у стандартних і нестандартних ситуаціях; знаходити варіативні способи використання знань; уміння комбінувати новий спосіб діяльності із вже відомих.

Системність знань — усвідомлення структури знань, їх ієрархії і послідовності, тобто усвідомлення одних знань як базових для інших.

Міцність знань — тривалість збереження їх в пам'яті, відтворення їх в необхідних ситуаціях.

Знання є складовою умінь учнів діяти. Повністю погоджуємось з думкою П. А. Гончарук, що вважає, що на рівні свідомості мають формуватися вміння, а далі звички поведінки відповідно до встановлених правил і моральних норм. Уміння — це елементи діяльності, що дозволяють що-небудь робити з високою якістю, наприклад, точно і правильно виконувати яку-небудь дію, операцію, серію дій або операцій. Уміння, зазвичай, включають автоматично виконувані складові – навички, але в цілому вони забезпечують свідому контрольовану діяльність в основних проміжних пунктах і кінцевій меті.

Навички — це дії, сформовані шляхом повторення, освоєння, що характеризуються високою мірою, і відсутністю поелементної свідомої регуляції й контролю. Навички є компонентами свідомої діяльності лю-

дини, які виконуються повністю автоматично. Навички — дії доведені до автоматизму у результаті неоднократного виконання вправ.

На нашу думку виокремлювати навички у структурі предметної компетентності окремо не доцільно, оскільки це складова умінь й наявність навичок підкреслює більш високий рівень сформованості умінь. Для сформованих навичок характерні швидкість і точність відтворення. Навички — дії доведені до автоматизму у результаті виконання однотипних дій.

Уміння виявляються в різних видах діяльності і поділяються на розумові і практичні. Саме практичним умінням, що становлять досвід практичної діяльності приділяє увага концепція Нової української школи. Компетентісно-орієнтований зміст освіти полягає в організації навчання з обов'язковим акцентом на застосування програмної теорії на практиці. Для цього має бути відповідна кількість часу і спеціально підібрані вправи, задачі, проблеми на розрахунки чи відкриті задачі та експериментально-практичні завдання з обладнанням, навчальні проекти. Тільки так і виростає така якби вроджена компетентність у багатьох сегментах наукових знань, котра й веде від процесу освіти як такого до результату — освіченості.

Ціннісні ставлення виражають особистий досвід учнів, їх дії, переживання, почуття, які виявляються у відносинах до оточуючого (людей, явищ, природи, пізнання тощо). У контексті компетентісної освіти це виявляється у відповідальності учнів, прагненні закріплювати позитивні надбання у навчальній діяльності, зростанні вимог до своїх навчальних досягнень.

Відповідно до компетентісного підходу змінено оформлення опису державних вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів як у державному стандарті, так і у навчальних програмах. У державному стандарті 2004 року вони подані безособистісно: «Уявлення про різні види механічного руху...», «Знання основних характеристик механічного руху...», «Уміння розв'язувати задачі...». У стандарті 2011 року державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки формулюються у такий спосіб: знати і уміти, розуміти, виявляти ставлення і оцінювати. Що відповідно узгоджено із формулюванням цих вимог і у навчальній програмі 2011 року: учень/учениця: знає й розуміє; уміє; виявляє ставлення й оцінює.

Дослідники компетентісного підходу акцентують увагу на тому, що формування компетентної особистості не обмежується формуванням лише набором предметних компетентностей, важливо в компетентісному навчанні формувати ключові компетентності. Для цього дослідники

виділяють ієрархії компетентностей, а також внесок кожного предмету у формування ключових компетентностей.

Найбільш поширеною, є трирівнева ієрархія компетенцій, запропонована А. В. Хуторським: 1) ключові компетенції — відносяться до загального (метапредметного) змісту освіти; 2) загальнопредметні компетенції — відносяться до певного кола навчальних дисциплін і освітніх галузей; 3) предметні компетенції — часткові відносно до двох попередніх рівнів компетенції, що мають конкретний опис і можливість формування в межах навчальних дисциплін.

Відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти «ключова компетентність — спеціально структурований комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає можливість їй ефективно діяти у різних сферах життєдіяльності і належить до загальногалузевого змісту освітніх стандартів».

До ключових компетентностей належить вміння вчитися, спілкуватися державною, рідною та іноземними мовами, математична і базові компетентності в галузі природознавства і техніки, інформаційно-комунікаційна, соціальна, громадянська, загальнокультурна, підприємницька і здоров'язбережувальна компетентності, а до предметних (галузевих) — комунікативна, літературна, мистецька, міжпредметна естетична, природничо-наукова і математична, проектно-технологічна та інформаційно-комунікаційна, суспільствознавча, історична і здоров'язбережувальна компетентності.

Відповідно до вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти у 2012 році була розроблена навчальна програма з фізики для 7—9 класів загальноосвітніх навчальних закладів, яка зазнала розвантаження у 2016 та оновлення у 2017 році відповідно до положень концепції «Нова українська школа». В оновленій пояснювальній записці до навчальної програми розкрито можливості предмету у формуванні ключових компетентностей учнів і зазначено, що такі ключові компетентності, як вміння вчитися, ініціативність і підприємливість, екологічна грамотність і здорове життя, соціальна та громадянська компетентності, можуть формуватися відразу засобами всіх навчальних предметів і є метапредметними. Їх виокремлено як наскрізні змістові лінії: «Екологічна безпека та сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість та фінансова грамотність», що відбивають провідні соціально й особистісно значущі ідеї, які послідовно розкриваються у процесі навчання і виховання учнів. Наскрізні змістові лінії є засобом інтеграції навчального змісту, корелюються з ключовими компетентностями, опанування яких забезпечує формування цін-

нісних і світоглядних орієнтацій учня, що визначають його поведінку в життєвих ситуаціях.

Реалізація наскрізних змістових ліній полягає у відповідному трактуванні навчального змісту тем і не передбачає будь-якого його розширення чи поглиблення. У рубриці програми «Зміст навчального матеріалу» виокремлено питання, що вивчаються у фізиці й належать до наскрізних змістових ліній.

Таким чином, ми можемо констатувати, що реалізація компетентнісного підходу у навчанні фізики в основній школі, полягає у формуванні предметної компетентності учнів одночасно з формуванням ключових компетентностей. Ці процеси мають бути методично і дидактично узгодженими починаючи від відбору змісту навчання, закінчуючи етапом оцінювання рівня сформованості відповідної компетентності.

Компетентність як предметна, так і ключова є динамічним і полікомпонентним утворенням особистості, що набувається в процесі навчально-пізнавальної діяльності.

1.2. ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ПІДЛІТКОВОГО ВІКУ В КОНТЕКСТІ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ ДО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Важливий дидактичний принцип єдності навчання, виховання і розвитку характеризує навчальну діяльність школярів як систему, що не обмежується розумовими і практичними діями, а передбачає активне ставлення учнів до навчального матеріалу та включення їх у взаємостосунки з вчителями й учнями, під час яких формуються особистісні якості школяра, його компетентність.

Навчальний матеріал передбачений навчальною програмою і відображений у змісті шкільного підручника, включається у структуру навчальної діяльності у формі системи навчальних задач. Компетентнісний підхід до навчання передбачає, що кожний навчальний предмет має навчати учнів розв'язувати типові проблеми (типові задачі), що виникають або можуть виникати в реальному житті. Розв'язуючи такі проблеми, учні набувають певних компетентностей. Проблеми (задачі) виникають перед людиною і в побуті, і на роботі. У межах нашого дослідження звертаємо увагу лише на ті проблеми, розв'язання яких потребує застосування фізичних знань, наукових методів пізнання природи.

Практико орієнтована задача з фізики за своїм змістом максимально наближена до природної життєдіяльності людини або її професійної діяльності. Вона містить практичну проблему (професійну, життєву), розв'язання якої вимагає набуття фізичних знань, умінь, навичок, спосо-

бів діяльності. Тобто набутті знання, уміння та навички виконують роль засобів розв'язання проблеми. При цьому практико-орієнтовані задачі дозволяють не лише опанувати фізичні знання й способи діяльності, але й усвідомити їх цінність.

Отже навчальна діяльність в контексті компетентнісного підходу — це така діяльність, яка прямо не спрямована на набуття знань, умінь та навичок, способів діяльності, вона забезпечує розв'язання практичних проблем, що можуть виникнути у буденному житті й у професійній діяльності людини, через застосування знань умінь, навичок та способів діяльності.

Як зауважує І. В. Бургун, навчально-пізнавальна діяльність є самокерованою діяльністю із вирішення навчально-пізнавальних проблем, що можуть виникнути в процесі розв'язання практико-орієнтованої задачі, пов'язаних з недостатністю фізичних знань або способів діяльності в суб'єктному досвіді учнів або зі застосуванням уже наявних.

До основних функцій навчально-пізнавальної діяльності учнів у контексті компетентнісного підходу за І. В. Бургун належать:

- **освітня**, спрямована на набуття учнями ключових і предметних компетентностей, що сприяють їх успішній соціалізації;
- **розвивальна**, спрямована на розвиток учнів як суб'єктів навчально-пізнавальної діяльності, здатних самостійно визначати її мету, віднаходити засоби її досягнення, реалізувати накреслений план досягнення мети, здійснювати самоконтроль і самооцінку;
- **пізнавальна**, спрямована на набуття учнями фізичних знань і наукових методів пізнання природи;
- **практична**, спрямована на розв'язання актуальних для учнів практичних (професійних і побутових) проблем;
- **виховна**, спрямована на формування в школярів особистісних якостей, таких як воля, наполегливість, ініціатива, кмітливість, цілеспрямованість, самостійність, рішучість, евристичність, креативність, інтелектуальна мобільність, передчуття, передбачення, незалежність мислення, відкритість інтелекту, саморефлексія тощо.

Як зазначає О. Г. Ярошенко навчальна діяльність є першою суспільно значущою діяльністю школярів, результат якої полягає в оволодінні знаннями та узагальненими способами дій у сфері наукових понять. Навчальна діяльність школярів є синтетичним видом діяльності, що містить елементи пізнавальної, перетворюючої, ціннісно-орієнтуючої та комунікативної діяльності. Аналіз літературних джерел свідчить, що, незважаючи на різноманітність форм, методів і засобів навчання, загальна

структура навчальної діяльності зберігається. За наявності сформованих мотивів навчання учень спочатку сприймає навчальну задачу і план дій. Продовженням цього є здійснення сукупності навчальних дій. Одночасно з виконанням дій відбувається регулювання навчальної діяльності під впливом контролю і самоконтролю, завершується навчальна діяльність аналізом одержаних результатів і їх оцінюванням.

Мета компетентісно орієнтованої моделі навчання — особистісний розвиток індивідуума. Її пріоритетні напрями — забезпечення високого рівня мотивації навчання; створення умов розвитку емоційної сфери дитини; досягнення базового рівня знань з метою здійснення переходу на наступний щабель розвитку; формування фізичних знань з урахуванням теоретичного та емпіричного рівнів пізнання, дослідницького стилю мислення, розвиток творчих здібностей та когнітивної сфери на основі евристичної діяльності, системи фундаментальних цінностей як підґрунтя компетентісного підходу до навчання; досягнення певного рівня самостійності, рефлексії та самооцінки.

Завдання такої технології навчання — організація процесу засвоєння знань на основі структурування навчального матеріалу у вигляді відповідних методів розв'язування задач, їх логічної послідовності. Розумово «переміщуючись» від одного методу до іншого, від однієї задачі до іншої, учень залучається до активного процесу самостійного здобуття знань, передбачених навчальними планами і програмами. Як свідчить шкільна практика сукупність задач досить різноманітна — від найпростіших, які потребують елементарних пізнавальних зусиль учня, до дослідницьких, розв'язання яких вимагає значних інтелектуальних затрат і довготривалого часу.

До структурних елементів навчальної діяльності належать й навчальні дії. Як зазначає О.М. Леонтьєв, діяльність складається з множини упорядкованих дій. В нашому дослідженні ми використовуємо класифікацію навчальних дій І. С. Якиманської з якою повністю погоджуємось.

Перша група — це специфічні дії, що підводять до усвідомлення необхідності нового пізнання. До них належать попередні практичні дії з приладами, таблицями, перегляд демонстрацій, фільмів тощо. За допомогою них учень усвідомлює, що відомих теоретичних знань не досить для пояснення нових фактів, явищ, процесів. До цієї групи також відносяться дії з аналізу і співставлення фактів.

Друга група включає дії, що створюють фактичну базу для подальших теоретичних узагальнень. Сюди належать первинні узагальнення, нові узагальнення та уточнення, побудовані на попередніх.

Третя група дій стосується співвідношення зроблених узагальнень з багатоманітністю конкретної дійсності. Вона включає: знаходження нових випадків прояву загального у конкретному, застосування узагальнень до пояснення фактів, явищ, використання узагальнень у змінених ситуаціях.

Шкільна практика свідчить, що сукупність і послідовність дій не буває постійною, а залежить від мети і змісту навчальної задачі, сформованості розумових операцій учнів, їх вікових особливостей.

При оцінюванні рівня сформованості компетентності учнів на першому плані має бути сформований досвід практичної діяльності, а не констатація рівня засвоєння знань, а сформованість дій школяра. Дослідниця Н. Ф. Тализіна виділяє такі параметри стану дій: форма виконання дій — матеріальна, розумова; узагальненість — виділення властивостей предмета, істотних для виконання дії; розгорнутість — виконання всіх дій у повному складі; освоєність — легкість виконання, автоматизованість.

Організація навчальної діяльності має певні особливості на різних ступенях навчання. Ми розглядаємо процес навчання фізики в основній школі (7 — 9 класи), одним із суб'єктів якого є учень від 11 до 15 років. Тому зупинимось на характеристиках цього періоду розвитку особистості.

Аналіз літературних джерел свідчить, що, незважаючи на різноманітність форм, методів і засобів навчання, загальна структура навчальної діяльності збігається. За наявності сформованих мотивів навчання учень спочатку сприймає навчальну задачу і план дій. Продовженням цього є здійснення сукупності навчальних дій. Одночасно з виконанням дій відбувається регуляція

У віковій психології цей період розвитку особистості називається підлітковим віком. Він характеризується переходом від дитинства до дорослості, що зумовлює суперечливі тенденції. З одного боку, для нього показовими є негативні вияви, дисгармонія в будові особистості, згортання раніше визначеної системи інтересів. З іншого — підлітковий вік відрізняється збільшенням самостійності дитини, різноманітністю стосунків з іншими дітьми і дорослими, розширенням сфери діяльності. Головне, цей період супроводжується виходом дитини на якісно нову соціальну позицію, що характеризується свідомим ставленням до себе як члена суспільства.

Підлітковий вік вважається переломним, оскільки пов'язаний з перебудовою психіки, що зумовлює певні особливості навчально-пізнавальної діяльності учнів основної школи.

Зміни відбуваються в мотиваційній, емоційно-вольовій, пізнавальній сфері підлітків, а також у характері їхньої провідної діяльності.

У здійсненні будь-якого виду діяльності змістова характеристика процесу діяльності, значущість діяльності для суб'єкта зумовлена сукупністю мотивів. Немотивованої навчальної діяльності не буває — наголошує О. М. Леонтьєв. Ось чому у психолого-педагогічних дослідженнях навчальної діяльності значна увага акцентована на мотивах, що спонукають школярів до цієї діяльності.

Як свідчить аналіз літератури, мотиви навчальної діяльності багатоманітні й неоднозначні. В них тісно переплітаються пізнавальні мотиви, що пов'язані зі змістом учіння й процесом його здійснення, та соціальні мотиви, зумовлені різними соціальними взаємодіями школярів. Групу пізнавальних мотивів А. К. Маркова розмежовує на підгрупи широких пізнавальних мотивів, навчально-пізнавальних мотивів та мотивів самоосвіти.

Широкі пізнавальні мотиви орієнтують школярів на оволодіння новими знаннями, навчально-пізнавальні — скеровують зусилля учнів на засвоєння способів добування знань та раціональну організацію власної праці. Мотиви самоосвіти орієнтують школярів на самостійне вдосконалення навчальних дій.

Група соціальних мотивів включає широкі та вузькі соціальні мотиви. Перші полягають у розумінні необхідності вчитися і почутті відповідальності за результати навчання. Другі зводяться до прагнення зайняти певну позицію серед однокласників, одержати схвалення, здобути авторитет тощо.

Дослідження психологів С. Д. Максименко, Є. І. Машбиць, Н. Ф. Тализіна показують, що крім пізнавальних та соціальних мотивів істотну роль відіграють мотиви, що з'являються у процесі діяльності. Ці мотиви формуються безпосередньо у самому процесі навчання і перебувають у прямій залежності від навчальних завдань, методів, організації навчання, задоволення і радості від трудових зусиль.

У підлітковому віці змінюється мотивація учнів: відбувається усвідомлення мети навчання, завдань, методів, засобів. Суттєво закріплюються не лише широкі пізнавальні мотиви, але й навчально-пізнавальні, для яких характерним є інтерес підлітку до самостійних форм навчальної діяльності.

Вчителю під час організації навчання фізики в основній школі потрібно звернути увагу на те, що незадоволення пізнавальних потреб й інтересів підлітків спричинює в них не лише нудьгу, апатію, байдужість, але й негативне ставлення до фізики як навчального предмета, небажання вчитися.

Зниження пізнавального інтересу відбувається й через те, що учень підліткового віку хоча й відчуває психологічну готовність до навчально-пізнавальної діяльності, що робить його дорослим у власних очах, але він не вміє її реалізувати через відсутність теоретичної та практичної готовності до цього виду діяльності. Він не володіє повною мірою методами пізнання, що не дозволяє задовольнити актуальну потребу цього віку — потребу у самоствердженні. Навчати методам пізнання природи, фізичним основам сучасної техніки і технологій, що перебувають в безпосередньому оточенні підлітку, означає підтримати його інтерес.

Справді, учителі фізики 7-го класу нерідко є свідками того, як емоційно підліток реагує на новий навчальний предмет — фізику, і як у деяких учнів ця реакція швидко зникає. Причиною цього є неготовність учнів до вивчення фізики, а також недостатня діяльність вчителя з підтримки і посилення мотивів навчальної діяльності учня. Доволі часто в підлітків у зв'язку з цим знижується й загальний інтерес до навчання, до школи. Тому серед основних завдань вчителя фізики постає завдання навчити учнів вчитися, тобто з набуття відповідних ключових та предметної компетентності, успішне розв'язання цього завдання сприяє посиленню мотивації учня до навчання. При цьому найбільш ефектним є постійне наведення прикладів прикладного значення фізики, як основи сучасної техніки і технологій. Сьогодні цей аспект політехнічного навчання і виховання набуває особливого значення.

Як засвідчують педагогічна література та шкільна практика своєрідність мотиваційної сфери навчальної діяльності полягає також у тому, що один і той самий учень може виявляти зрілу форму мотивації стосовно одного навчального предмета і несформовану стосовно іншого. Один і той самий учень вчиться по-різному з різних навчальних предметів, оскільки у нього до цих предметів неоднаковий інтерес, в результаті цього він неповністю реалізує можливості своєї навчальної діяльності.

Разом із пізнавальним інтересом істотне значення для розвитку позитивного ставлення до фізики має розуміння підлітками значущості фізичних знань. Для них досить важливо усвідомити, осмислити життєве значення знань і, перш за все, їх значення для розвитку власної особистості. Це зумовлено зростанням їхньої самосвідомості. Нерідко фізика подобається підліткам тому, що вона відповідає потребам усебічно розвиненої особистості. Треба підтримувати переконання учнів у тому, що тільки освічена людина може бути по-справжньому корисною для суспільства. Такі переконання та інтереси, поєднуючись воєдино, збільшують емоційний тонус підлітків і сприяють позитивному ставленню до навчання.

Суттєве значення у формуванні позитивного ставлення й пізнавального інтересу до фізики мають практико-орієнтовані задачі. Вони сприяють усвідомленню учнями значущості фізичних та методологічних знань для власного розвитку.

Як зазначає І. В. Бургун, помітного розвитку у підлітковому віці набувають вольові риси характеру — наполегливість, завзятість, уміння долати перешкоди та труднощі на шляху до досягнення мети. Підліток, на відміну від молодшого школяра, здатний не лише до окремих вольових дій, але й до вольової діяльності в цілому. Якщо молодший школяр не може самостійно визначити мету навчальної діяльності, то підліток вже здатний до самостійного вибору мети, планування, реалізації, контролю та корекції діяльності.

Підлітковий вік супроводжується активним розвитком особистості. Розвиток пізнавальних процесів (відчуттів, сприймання, уваги, пам'яті, уяви, мислення, мовлення) досягає такого рівня, що учні виявляються готовими до виконання всіх видів розумової діяльності дорослої людини.

До найпростіших психічних процесів належать відчуття і сприймання, що в підлітковому віці досить розвинені.

Відчуття — психічний пізнавальний процес відтворення окремих властивостей предметів та явищ, що безпосередньо впливають на органи чуття людини. Фізіологічним механізмом відчуттів є робота аналізаторів. Відчуття досить різноманітні. Скільки аналізаторів, стільки і видів відчуттів: зорові, слухові, нюхові, тактильні, смакові. У навчанні особливо важливі зорові й слухові відчуття, оскільки саме через органи зору та слуху людина отримує 95% інформації про навколишній світ.

Сприймання — більш складний психічний пізнавальний процес порівняно з відчуттями. Подібність між ними полягає в тому, що вони є формами безпосереднього відбиття у свідомості учнів предметів і явищ навколишньої діяльності, що підлягають вивченню, за допомогою органів чуття. Розрізняються вони тим, що за допомогою відчуттів відображаються предмети за окремими ознаками та властивостями, а в сприйманні — у цілому, у сукупності їх властивостей і ознак. Для сприймання характерна осмисленість навчального матеріалу. Тому повніше й точніше сприймаються ті наукові знання, і ті, що застосовуються в практичному досвіді.

Процес сприймання підлітками об'єктів навколишньої діяльності неможливий без мислення, що забезпечує розумінні їх сутності й цілісності. Підліток спостерігає за об'єктами, розумово досліджує їх як складні системи, сприймає в цій складності не стільки розмаїття і наявність

елементів, скільки відношення між ними, їх зміни. Завдяки мисленню сприймання підлітків характеризується планомірністю, послідовністю.

Наше мислення є асоціативним: з психологічної точки зору міцнішими та осмисленими є ті знання, які ми отримуємо в контексті вже відомого, засвоєного. І навпаки — інформація швидко втрачається, якщо її запропонувати без контексту або без зв'язку з уже наявними знаннями. Тому вчителю в основній школі слід активно використовувати проблемне подання матеріалу, як правило, з використанням демонстраційного фізичного експерименту, спонукає учнів до активної діяльності: досліджувати, осмислювати матеріал, відповідати на раніше поставлені запитання, ставити свої і шукати на них відповіді тощо. Вкрай важливою є цілісність знань, необхідно зв'язати знання учнів в цілісну картину світу, показати зв'язки між явищами.

Важливе значення в розвитку здатності школярів до здійснювати навчальну діяльність має увага. Обсяг уваги підлітку значно збільшується, тобто збільшується кількість об'єктів, актуально усвідомлюваних у певний момент часу. Характерним є підвищення стійкості уваги, що виявляється в здатності тривалий час зосереджуватись на абстрактному, логічно організованому навчальному матеріалі. Водночас в підлітків сильно розвинуте вміння переключати увагу, що полягає в довільній зміні спрямованості діяльності, яка призводить до нестійкості уваги. Нестійкість уваги підлітків зумовлена їх бурхливою активністю, імпульсивністю.

Учні підліткового віку здатні до розподілу уваги, тобто до одночасного виконання двох-трьох видів діяльності. Увага підлітків тісно пов'язана з їх мотиваційною сферою. Підлітки вміють змусити себе бути уважними. Саме суб'єктна позиція учня в навчанні сприяє організації його уваги.

Результат навчальної діяльності учнів залежить від пам'яті — основи розвитку знань, умінь, навичок. Вона пов'язана з важливими пізнавальними діями — запам'ятовування, збереженням і відтворенням навчального матеріалу, а також усього того, що було у попередньому досвіді учня (образів, думок, почуттів, тощо). Фізіологічною основою пам'яті є утворення, збереження й актуалізація тимчасових зв'язків в корі головного мозку.

У підлітковому віці пам'ять розвивається у напрямі інтелектуалізації, активно розвивається логічна пам'ять (застосування логічних операцій у процесі запам'ятовування).

Форма мислення підлітку змінюється з наочно-образної, у змісті якої переважають образи, більш чи менш узагальненні уявлення про об'єкти, до абстрактно-логічної, тобто такої, що здійснюється за допомогою логічних операцій з поняттями.

За характером розв'язування задач мислення підлітків є теоретичним. Теоретичне мислення дозволяє відтворити навколишній світ як цілісну систему об'єктивно взаємопов'язаних об'єктів. Воно спрямовано на відкриття законів, властивостей об'єктів. У зв'язку з цим підлітковий вік є плідним у вивченні основ наук, зокрема фізики.

Процеси уяви набувають довільності, спрямовані на побудову образів це не сприйманих об'єктів. Для підлітків важливим видом уяви є мрія, що знаходить свій вияв у створенні образів бажаного майбутнього. Уявляючи образи бажаного майбутнього школяр прагне активно зайнятися технічною творчістю. Задовольнити потреби учня може введення STEM-орієнтованої методики вивчення фізики, залучення учня до навчання у технічних гуртках.

Для розвитку в підлітків уяви зміст фізики має відтворювати її зв'язок з реальним життям, сучасним виробництвом, що досягається на основі компетентнісного підходу. В методиці навчання фізики для цього традиційно використовують політехнічний принцип. Який, на нашу думку, не повинен обмежуватись сферою виробництва, а й охоплювати всі ті технічні надбання сучасної цивілізації, що оточують школяра у повсякденному житті.

Соціальна природа людини робить спілкування умовою праці, пізнання, вироблення системи цінностей. У підлітковому віці активно розвиваються монологічне, діалогічне і писемне мовлення. Для підлітків характерним є розширення словникового запасу.

Спілкування одночасно визначає не тільки успіх будь-якої діяльності, але й самопочуття суб'єкта та здійснює вплив на його інтелектуальний, емоційний і навіть фізичний розвиток. О. Г. Ярошенко вважає, що всі основні риси та особливості, що характеризують поведінку підлітку в класі, так чи інакше впливають з факту міжособистісного спілкування людей.

На нашу думку спілкування з ровесниками створює умови для формування у школярів вольових компонентів діяльності по ствердженню, відстоюванню і захисту своїх досягнень. Забезпечує формування вміння працювати в команді, що проголошено як один з пріоритетів Нової української школи.

Таким чином, у нашому дослідженні ми враховуємо психолого-педагогічні особливості учнів основної школи. Це є запорукою успішності формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики учнів основної школи й позитивно впливає на пізнавальну діяльність підлітку, забезпечує сприятливо мотиваційно-емоційну сферу підлітку, збуджує природнім чином пізнавальний інтерес. Вкрай важливим є підтримання цього інтересу протягом всього вивчення фізики в основній школі.

1.3. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ В ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З ФІЗИКИ

Як було зазначено, важливими структурними компонентами компетентностей є знання, уміння, цінності і досвід практичної діяльності учнів. Оскільки компетентності формуються саме в процесі діяльності людини, то невід'ємним елементом методики компетентісно орієнтованого навчання фізики в гімназії є організація відповідної навчально-пізнавальної діяльності. Успішне формування компетентностей залежить від того, що і як вивчатимуть учні, а отже від вибору змісту, запропонованих форм і методів навчання.

У процесі реалізації компетентісно орієнтованої методики пізнавальна діяльність учнів гімназії має бути організована як відповідно до загально-предметних цілей навчання, так і до цілей формування ключових та предметної компетентностей, що передбачає виконання таких дидактичних умов:

- поєднання урочної й позаурочної форм навчання (формування компетентностей не повинно обмежуватися лише уроком, його слід здійснювати й під час проведення екскурсій, навчально-практичних конференцій, фізичних практикумів, вивчення елективних курсів, виконання різноманітних домашніх експериментів тощо);
- спрямованість форм і методів навчально-пізнавальної діяльності на формування складників ключових і предметної компетентностей (знань, умінь, ціннісних орієнтацій та досвіду практичної діяльності);
- практичну значущість завдань, запропонованих учням (зв'язок із життям, повсякденною діяльністю), їх міжпредметний і проблемно-творчий характер, спрямованість одночасно на формування системи компетентностей;
- різноманітність форм і методів навчання (лабораторні роботи, завдання-практикуми, метод проектів та ін.) з метою забезпечення свободи вибору певного виду діяльності, змісту й обсягу навчального матеріалу відповідно до освітніх потреб учнів, що викликає інтерес до навчання та підвищує пізнавальну активність;
- високий рівень самостійності виконання завдань.

Розглянемо докладніше реалізацію зазначених вимог під час здійснення різних видів навчально-пізнавальної діяльності, що дає змогу, як свідчить практика, ефективніше формувати ключові й предметну компетентності: навчально-практична конференція, семінар, зліт екологів, польовий фізичний практикум, домашні досліди і спостереження, метод проектів, завдання практичного характеру та ін.

Проведення навчальних конференцій сприяє формуванню в учнів умінь самостійно працювати з додатковою літературою, отримувати навчальну інформацію з різних джерел, обробляти й структурувати її, складати план публічного виступу і створювати відповідні презентації. Під час проектування конференції розвивається інтерес до опрацювання науково-популярної літератури, вивчення позапрограмного навчального матеріалу.

З метою формування в учнів пізнавального інтересу, розвитку їх освітніх потреб на конференції доцільно розглядати питання, пов'язані з історією розвитку фізики певного регіону (видатні фізики, їх відкриття і винаходи); ознайомлювати учнів із застосуванням теоретичного матеріалу (на прикладах підприємств конкретної області України); формувати уявлення про склад і принципи дії фізичних приладів, машин і механізмів, а також їх застосування в промисловості, медицині та інших виробничих галузях регіону.

Під час проведення такої форми навчання запропонуємо орієнтовний алгоритм підготовки до конференції: 1. Вибір теми. 2. Добір літератури і її вивчення. 3. Складання плану повідомлення і систематизація отриманої інформації. 4. Підготовка демонстраційних дослідів, наочних посібників. 5. Створення презентації, яку виконують у вигляді газети, відеорепортажу, усного повідомлення, слайд-шоу та ін.

Участь у семінарах надає можливість розвивати навички самостійного здобуття знань, виховувати волю, працьовитість, підвищувати інтерес до вивчення фізики. Готуючись до семінару, школярі навчаються опрацьовувати наукову літературу, планувати виступ, лаконічно висловлювати думку. Відмінність семінарів від навчальних конференцій полягає в тому, що на них передбачається поєднання загальних співбесід із окремими заздалегідь підготовленими доповідями і повідомленнями. Розпочинати готувати учнів проведенню семінарів доцільно в гімназії, так як під час навчання в ліцеї вони вже повинні мати певний рівень самоорганізації й самоосвіти. Учителю заздалегідь оголошує тему майбутнього семінару і список літератури, який учні обов'язково доповнюють іншими джерелами.

Наприклад, під час вивчення розділу «Теплові явища» можливо й доцільно провести семінарське заняття на тему «Теплові двигуни і проблема охорони довкілля у Київській області». На семінарі можна продемонструвати практичну значущість навчального матеріалу, використовуючи зміст регіонального характеру, що викликає значний інтерес. Такий семінар доцільно провести після вивчення теми «Принцип дії теплових двигунів. Коefіцієнт корисної дії». Учні заздалегідь ознайомлюють із планом заняття, загальними питаннями обов'язковими для вивчення й індивідуальними завданнями.

Рекомендовані теми індивідуальних завдань:

1. Історія винаходу теплових двигунів.
2. Вплив автотранспорту на атмосферу й гідросферу.
3. Методи діагностики екологічної безпеки.

У наведеному прикладі формуються інформаційно-комунікаційна (вивчення літератури й ознайомлення з методами оцінювання екологічної безпеки), екологічна (дослідження впливу теплових двигунів на екологію області, збір відомостей про екологічний стан довкілля), інноваційна (формування знань, умінь, ставлень, що є основою компетентнісного підходу у навчанні) та компетентність у галузі природничих наук, техніки і технологій (передбачає формування допитливості, прагнення народжувати і продукувати нові ідеї, пізнавати себе і навколишній світ шляхом спостереження та дослідження) тощо. В учнів формуються вміння засвоювати навчальний матеріал з різних інформаційних джерел, працювати з екологічною картою області, оцінювати екологічну ситуацію регіону. Розглянемо ще один приклад семінару з теми «Виробництво і використання електроенергії у Запорізькій області». Наведемо орієнтовний план його проведення:

1. Електроенергія та її переваги над іншими видами енергії.
2. Виробництво електричної енергії у Запорізькій області (приклади наявних в регіоні ГЕС, ТЕЦ, АЕС).
3. Проблеми екології, пов'язані з роботою ТЕЦ і АЕС.
4. Екологічно чисті джерела енергії.

Під час проведення семінару учням пропонують заповнити наступну таблицю (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння різних типів електростанцій

Параметр порівняння	Тепло- електростанція	Гідро- електростанція	Атомна електростанція
Спосіб одержання електроенергії			
ККД електростанції			
Умови побудови (економічні затрати, особливості географічного положення)			
Шкода, нанесена навколишньому середовищу під час експлуатації			
Загроза довкіллю й людині			

Після завершення семінару кожному школяру пропонується письмове завдання: «Де і який тип електростанції Ви побудували б на території Запорізької області? Перерахуйте всі «за» і «проти» на користь вибраного Вами проекту». Під час семінару в учнів формуються інформаційна (уміння знаходити, обробляти, передавати і приймати інформацію) й екологічна (знання екологічних проблем регіону, оволодіння методами й інструментарієм оцінювання екологічної безпеки) компетентності, розвиваються екологічні цінності, патріотична свідомість.

З метою формування інноваційної компетентності в якості домашнього завдання можна запропонувати створити моделі ГЕС, а також екологічно чистих джерел енергії — вітрогенератора, геотермальної електростанції. Учні за бажанням створюють подібні моделі й демонструють їх на уроці, супроводжуючи виступ повним описом етапів проведеної роботи, дібраного матеріалу й обладнання, а також вимогами техніки безпеки.

Екскурсія — це така форма організації навчально-пізнавальної діяльності, у якій поєднується навчання з реальним життям. У процесі безпосереднього спостереження забезпечується ознайомлення із предметами і явищами навколишнього світу. Об'єктами екскурсій можуть бути наукові лабораторії, електростанції, музеї, промислові підприємства, конструкторські бюро тощо. Відвідування музеїв і підприємств потребує дисциплінованості, уважності, уміння спостерігати, задавати запитання, аналізувати, складати звіт тощо.

Приклади екскурсій:

- у конструкторські бюро (наприклад, Державне конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля — українське підприємство, що розробляє бойові ракетні комплекси та ракетно-космічні системи. Розташоване в м. Дніпро. У створенні техніки КБ працює спільно з Південним машинобудівним заводом та іншими суміжними підприємствами) — учні можуть ознайомитися з особливостями професії конструктора й етапами конструкторської діяльності;
- у навчально-наукову лабораторію «Фізичних основ, технологій побудови та забезпечення безпеки бездротових інформаційних систем» (ННЛ ФОТБС) (Харківський національний університет радіоелектроніки), в якій учні ознайомлюються з установками для проведення сучасних наукових експериментів, дізнаються про точні методи дослідження, приймають участь у практичних, самостійних та факультативних заняттях, виконують лабораторні роботи в межах навчального процесу, відвідують семінари, присвячені новим можливостям обладнання Ruckus Wireless та систем

інформаційної безпеки, наукові конференції, присвячені актуальним напрямам досліджень тощо;

- у музей історії технічного прогресу Національного університету «Запорізька політехніка» (м. Запоріжжя);
- у музей пожежної справи (м. Київ);
- в Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона Національної академії наук України (м. Київ) та ін.

За матеріалами екскурсій школярі складають звіт. Потім проводить-ся бесіда, на якій підводяться підсумки заходу.

Навчальні дискусії відіграють важливу роль у формуванні ціннісних орієнтацій учнів. Головне їхнє призначення — стимулювання пізнавального інтересу, залучення до активного обговорення різних поглядів щодо вирішення певної природничо-наукової проблеми, спонукання до усвідомлення різноманітних методологічних підходів у навчанні, аргументації опонентської і власної позиції.

Наприклад, під час вивчення теми «Отримання і використання радіоактивних ізотопів» проводять дискусію «Використання радіаційного випромінювання в промисловості: за і проти». Клас поділяється на дві групи. Одна відстоює переваги такого виду випромінювання: дешево, екологічно безпечніше отримання електроенергії (Запорізька АЕС $\rightarrow 6 \times 1000 = 6000$ МВт; Південноукраїнська АЕС $\rightarrow 3 \times 1000 = 3000$ МВт; Рівненська АЕС $\rightarrow 2 \times 440 + 2 \times 1000 = 2880$ МВт; Хмельницька АЕС $\rightarrow 2 \times 1000 = 2000$ МВт); точні методи дослідження — дефектоскопія, нейтронографія (Інститут фізики Національної академії наук України); використання в медицині — опромінення ракових клітин (Обласні Онкологічні Центри); обороноздатність держави; економічна вигода (поховання ядерних відходів) та ін. Інша група учнів обґрунтовує недоліки — поховання ядерних відходів негативно позначається на екології (підвищений радіаційний фон регіону), живих організмах (ракові захворювання, мутації, зниження імунітету). Дискусія спонукає учнів до пошуку загального рішення — компромісу, й насамкінець оголошується висновок про те, що повністю відмовитися від застосування ядерної енергії не можна, але використати її треба раціонально. У запропонованому прикладі в учнів формується інформаційна (самостійна робота з різними джерелами інформації, вивчення точних методів дослідження), екологічна (знання про застосування радіаційного випромінювання в медицині, вплив радіації на екологію, живі організми тощо), природнича та ін. компетентності. У процесі дискусії здійснюється становлення ціннісного складника ключових і предметної компетентностей: усвідомлення значущості ін-

формації в житті людини, важливості людського здоров'я і довкілля, ставлення до здоров'я й до знань як до цінності та ін.

Ефективно проведена дискусія має значну навчальну й виховну цінність: сприяє усвідомленню вирішенню проблеми, умінню обґрунтовувати власну позицію, зважати на думку інших.

Метод проектів — спосіб організації навчально-пізнавальної діяльності учнів, який дає змогу залучати їх до вивчення фізики за умови, що вибраний проект є посильним і в процесі роботи над ним вони отримують корисні практичні знання, вміння та навички. Під час проведення дослідження, виконання проекту, школярі демонструють обізнаність у галузі природничих наук, техніки і технологій.

Наведемо такий приклад. Учням 7—9-х класів пропонується з'ясувати, які характеристики і як впливають на економічність автомобіля, його безпеку і комфортність. Під час виконання такого завдання школярі особисто не можуть випробовувати автомобіль на практиці і тому користуються лише керівництвом з його експлуатації та технічним паспортом.

Вивчаючи відповідну літературу, розмовляючи з батьками, однокласниками, учителями, діти роблять висновок, що на економічність транспортного засобу впливають такі характеристики як тип двигуна (інжекторний або карбюраторний), вид використовуваного пального (дизельне або бензин) і його якість (октанове число), об'єм циліндрів і кількість клапанів та ін. Надійність автомобіля досягається наявністю подушок і ременів безпеки, дитячого автокрісла — цей параметр залежить також від облаштування кузова і матеріалу, з якого він виготовлений (м'який або жорсткий), ширини шин, вигляду протектора тощо. Комфортність визначається можливістю регулювання крісел за нахилом і висотою, зміною температурного режиму, відповідністю обладнання і розташування крісел, дзеркал, керма фізіології й анатомії водія, вологістю в салоні та ін.

Зібравши необхідну інформацію, учні заповнюють таблицю (табл. 2) й оголошують результати дослідження. На етапі презентації вони мають бути готові професійно відповідати на запитання про те, як та або інша характеристика автомобіля впливає на параметри його безпеки (наприклад, стійкість на поворотах, під час руху вгору та ін.).

Результати такого проекту допоможуть школяру в майбутньому усвідомлено здійснити вибір марки особистого автомобіля. Роль учителя полягає в проведенні консультацій, аналізі проміжних результатів, підготовці запитань для підсумкового заняття.

Таблиця 2

Порівняльні характеристики різних марок автомобілів

Марка автомобіля	Економічність	Безпека	Комфортність
«Reno»			
«Toyota»			
«Audi»			
...			

Під час виконання школярами самостійних завдань особливу увагу слід звернути на етап рефлексії. Доцільно запропонувати їм проаналізувати власну діяльність, відповівши (усно або письмово) на питання: чи досягнуті поставлені цілі? На якому етапі діяльності Ви зазнавали ускладнень? та ін.

Однією із результативних форм організації діяльності школярів, що забезпечує формування високого рівня компетентностей, є проведення шкільних зльотів дослідників природи. Учні виїжджають на природу, де їм пропонується виконати низку завдань:

1. Встановлення радіаційного фону Землі в регіоні.
2. Вимірювання атмосферного тиску.
3. Визначення вологості повітря.
4. Обчислення швидкості і напрямку руху вітру та ін.

На зльоті доцільно провести наступні конкурси:

- облаштування командного табору, що відповідає екологічним вимогам;
- моніторинг екологічного стану місцевості й аналіз отриманих результатів.

Під час проведення зльоту формуються знання основних норм поведінки людини на природі, ключових показників довкілля, уміння використовувати методи й інструментарій оцінки його стану, здійснювати екологічно доцільну діяльність. Проведення подібних зльотів надає можливість застосовувати фізичні знання на практиці, підвищувати рівень соціалізації й адаптації школярів до природного середовища. Здійснення подібної діяльності підвищує інтерес до навчання, дає змогу глибше пізнати власний регіон.

З метою формування у школярів інформаційної, екологічної, природничої та ін. компетентностей доцільно запропонувати їм заповнити щоденник спостережень власного фізичного здоров'я і стану довкілля. Учень у відповідних таблицях фіксує дані про показники й можливості власного організму (наприклад, життєвий об'єм легень), оптимальні по-

казники спортсменів тощо. У щоденник можна також записувати дані спостережень за основними показниками організму (наприклад, зміна частоти пульсу залежно від навантаження). Інша його частина присвячена параметрам довкілля, природним чинникам, що негативно впливають на здоров'я людини, а також способам їх зменшення. Фрагменти такого щоденника наведено нижче (табл. 3, 4, 5).

Таблиця 3

Мої фізичні можливості

Вид діяльності	Значення параметра	Оптимальний показник
Сила рук		
Потужність, що розвивається під час бігу		
Станова сила		

Таблиця 4

Основні показники власного організму

Показник	Значення	Норма для здорової людини
Артеріальний тиск		
Частота пульсу		
Відстань оптимального зору		
...		

Таблиця 5

Основні характеристики довкілля

Характеристика середовища	Значення		
	оптимальне	гранично допустиме	поточне
Температура повітря			
Вологість повітря			
Атмосферний тиск			
...			

Систематичне виконання школярами домашніх експериментальних завдань дає змогу формувати значний досвід практичного застосування знань і вмінь, що становлять ключові і предметну компетентності. Домашній фізичний експеримент можна виконувати в різному обсязі: якісний аналіз досліду; вимірювання й розв’язування експериментальної

задачі; проведення тривалого дослідження. Наведемо приклад домашнього експериментального завдання для учнів 7-го класу: лабораторна робота «Вплив зміни атмосферного тиску на погоду найближчим часом». Школярам необхідно самостійно сформулювати мету, розробити план дослідження, дібрати потрібне обладнання. Потім впродовж певного часу за допомогою приладів (термометр, барометр, психрометр та ін.) здійснити самостійне вимірювання фізичних величин й отримані результати записати в таблицю (табл. 6)

Таблиця 6

Стан навколишнього середовища

Дата	Атмосферний тиск	Температура повітря	Опади	Вологість повітря	Вітер

За даними таблиці учень робить висновок про те, як пов'язаний атмосферний тиск з іншими показниками погоди. Крім того, відповідає на питання: «Чому у Київській області атмосферний тиск нижчий нормального»? і може надати прогноз погоди на найближчі дні.

Після вивчення теми «Властивості електромагнітних хвиль» учням можна запропонувати наступне домашнє завдання: «Вивчення властивостей електромагнітних хвиль у домашніх умовах». Виконуючи його, школярі експериментують з мобільними та радіотелефонами, лазерною указкою, електроприладами (електробритва, телевізор з кімнатною антеною тощо) і різними екранами (металевими, з оргскла, паперу та ін.). Потім роблять висновок про те, що електромагнітні хвилі можуть відбиватися, поглинатися, заломлюватися, а їх проникаюча здатність залежить від частоти. Однією з переваг домашніх дослідів і спостережень є те, що учень виконує експериментальні завдання самостійно і не обмежений у часі. Домашні досліді є обов'язковим елементом у системі формування експериментальних умінь.

З метою підвищення якості знань з фізики слугують також експериментальні завдання. Наприклад, після вивчення теми «Явище радіоактивності» учням пропонують наступне домашнє завдання: «Виміряйте за допомогою дозиметра природнє радіаційне тло у вашій квартирі, а також поблизу джерел електромагнітного випромінювання. Зробіть висновки».

Особливу роль у формуванні компетентностей у галузі природничих наук, техніки й технологій відіграють домашні експериментальні завдання з використанням побутових приладів. Виконання таких завдань дає

змогу формувати в школярів знання й уміння, потрібні для розуміння функціонального призначення технічних пристроїв і процесів, користування вимірювальними приладами, а також уміння планування й проведення самостійних експериментальних досліджень.

Наведемо кілька експериментальних завдань, які можна виконати вдома.

Завдання 1. У мікрохвильову піч помістіть склянку з водою (200 мл) і нагрівайте її протягом 1 хв. Визначте корисну потужність і ККД такої печі.

Щоб розв'язати подібне завдання потрібно провести експеримент із використанням наступного обладнання: мікрохвильова піч, термометр, мірна склянка й секундомір (можна використовувати таймер мікрохвильової печі).

Хід експерименту

1. Налити воду в склянку й виміряти її початкову температуру t_1 .
2. Помістити склянку в піч і нагрівати її впродовж 1 хв.
3. Швидко дістати її з печі й виміряти температуру води в ній t_2 .
4. Обчислити кількість теплоти Q , затраченої для нагрівання води за формулою $Q = cm(t_2 - t_1)$.
5. Визначити корисну потужність P_k за формулою $P_k = \frac{A}{t}$, де $A = Q$ (виконана робота дорівнює кількості теплоти, затраченої на нагрівання води).
6. Порівняти отриману корисну потужність P_k із потужністю мікрохвильової печі для використовуваного режиму P_3 . Зробити висновки.
7. Визначити ККД печі за формулою $\eta = \frac{P_k}{P_3} \cdot 100\%$.

З використанням мікрохвильової печі в домашніх умовах учні можуть розв'язувати й інші експериментальні завдання, наприклад:

Завдання 2. Візьміть кусок льоду, визначите його масу. Помістіть лід в мікрохвильову піч і нагрівайте протягом певного часу t до повного танення. Дістаньте ємність із водою й виміряйте її температуру t_2 . Обчисліть кількість теплоти, віддану піччю (теплота повністю йде на плавлення льоду й нагрівання утвореної води). Визначите корисну потужність мікрохвильової печі.

Завдання 3. Помістіть повітряну кульку в мікрохвильову піч. Нагрівайте її протягом певного часу. Спостерігайте за зміною наступних термодинамічних параметрів: температури, тиску, об'єму повітря усередині кульки. Зробіть висновки (щоб уникнути роботи печі в холостому режимі помістіть у піч склянку з водою).

Наведемо приклади експериментальних завдань із використанням фена.

Завдання 4. Визначите роботу, виконану феном з переміщення моделі вітрильника поверхнею води.

Обладнання: фен, порожня сірникова коробка, аркуш паперу розміром 10х20 см, стрижень кулькової ручки, секундомір, лінійка.

Хід роботи

1. Зробіть вітрильник із сірникової коробки, аркуша паперу й стрижня від ручки. Вітрило має бути жорстко закріпленим.
2. Наберіть у ванну води й помістіть вітрильник. Зафіксуйте його початкове положення. Включіть фен і спрямуйте повітряний потік горизонтально на вітрильник. Положення фена не змінюйте.
3. Визначте кінцеве положення вітрильника й час, за який він пройшов даний шлях (від початкового до кінцевого положення).
4. Обчисліть середні швидкість і кінетичну енергію вітрильника, а також роботу фена під час переміщення останнього. Масу вітрильника прийняти рівною 20 г.

Завдання 5. Визначите роботу, виконану феном під час підняття тіла відомої маси (20—50 г), підвішеного на нитці, на максимальну висоту.

Обладнання: фен, тенісна кулька (із пластиліном) або сірникова коробка, нитка, штатив (або якесь інше кріплення, наприклад, можна закріпити кульку на краю стола).

Хід виконання завдання

1. Закріпіть на штативі (на краю стола) за допомогою тонкої нитки кульку.
2. Спрямуйте повітряний струмінь фена горизонтально на кульку.
3. Виміряйте висоту її підняття.
4. Обчисліть виконану феном роботу за формулою: $A = -\Delta E_{\text{cmp}} = -mgh$.

З використанням побутової техніки учням можна також запропонувати і якісні експериментальні завдання, наприклад:

Завдання 6. Дослідіть за допомогою компаса наявність електромагнітних полів навколо побутової техніки (холодильника, телевізора, комп'ютера, мікрохвильової печі, пральної машини, стільникового телефону, електролампи та ін.). За відхиленням стрілки компаса порівняйте електромагнітні поля, створювані різними приладами. Перерахуйте їх у порядку зменшення електромагнітного поля. Які ще фізичні залежності Ви виявили (наприклад, величини поля від відстані до об'єкта)?

Нижче представлено орієнтовні алгоритми, які можна запропонувати школярам під час виконання різних завдань [22].

Проведення спостереження: 1) визначити мету; 2) вибрати об'єкт; 3) розробити план; 4) з'ясувати умови; 5) вибрати форму опису; 6) виділити основні ознаки спостережуваного явища; 7) проаналізувати отримані результати з формулюванням висновків і їх записом.

Планування й проведення експерименту: 1) сформулювати мету й висунути гіпотезу; 2) з'ясувати умови досягнення поставленої мети; 3) скласти уявний план проведення експерименту; 4) поетапно його здійснити; 5) виконати потрібні вимірювання, зафіксувати результати; 6) перевірити вірогідність отриманих результатів і порівняти їх з передбачуваними; 7) сформулювати висновки; 8) пов'язати експеримент із вивченими явищами, теоріями, законами.

Проведення вимірювань: 1) виокремити величини, які потрібно виміряти; 2) виберіть відповідні прилади; 3) визначте їх верхню й нижню границі вимірювання та ціну поділки; 4) з'ясуйте умови об'єктивного відліку показників; 5) здійсніть вимірювання й запишіть результати; 6) визначте похибку вимірювань.

Вивчення елективних курсів відіграє особливо важливу роль у формуванні компетентностей учнів, оскільки їх зміст якнайповніше задовольняє освітні потреби школярів і спрямований переважно на самостійну практичну діяльність. Під час їх вивчення поєднуються різноманітні форми і методи організації навчально-пізнавальної діяльності.

Наведемо приклад розробленого елективного курсу «Розвиток фізики й техніки в Україні» для учнів 9-го класу.

Мета: формування інформаційної, інноваційної, природничої, екологічної та ін. компетентностей учнів.

Завдання:

- навчання фізики як теоретичної й експериментальної основи техніки;
- ознайомлення з історією і перспективами розвитку фізики й техніки в Україні, із застосуванням фундаментальних законів на практиці (на прикладі техніки й виробництва);
- формування інтересу до науки й техніки, ціннісного ставлення до створених технічних об'єктів з урахуванням їх практичних і екологічних характеристик;
- набуття вмінь орієнтуватися в сучасному виробничому середовищі і розвиток практичних навичок роботи з технічними пристроями;
- застосування фізичних знань під час виконання практичних завдань, пов'язаних із технічним обладнанням і механізмами (домашні експериментальні завдання з використанням побутової техніки, розв'язування задач технічного змісту тощо).

Запропонований курс розраховано на 12 годин і містить: лекції (2 години), практичні заняття (6 годин) та екскурсії (4 години). У його теоретичній частині доцільно розглянути роль фізики в розвитку техніки й виробництва, внесок вітчизняних учених у становлення світової науки і

техніки, екологічні проблеми, пов'язані з розвитком виробництва. Орієнтовна тематика лекцій може бути наступною:

1. Сучасна техніка і виробництво України (Нафтогаз, Укрзалізниця, ДТЕК Електроенергетика, Укртатнафта, НАЕК Енергоатом, Запоріжсталь, Азовмаш, Газпром збут Україна та ін.).
2. Техніка і довкілля (вплив викидів шкідливих речовин різними металургійними підприємствами, вихлопних газів автомобілів на довкілля, електростанцій на екологію регіону, технічні пристрої для захисту й очищення довкілля, позитивні й негативні сторони впливу техніки на людину).

Метою процесуального модуля курсу є поглиблення знань, отриманих на лекціях та їх застосування під час розв'язування практичних завдань. Оскільки він складається із множини самостійних завдань, то його доцільно організувати у вигляді семінарів, на яких учні представлятимуть результати власної діяльності. З метою безпосереднього спостереження й ознайомлення із застосуванням фізичних знань в реальному житті частину годин курсу рекомендується використати для проведення екскурсій.

Розглянемо ще один елективний курс для учнів 9-го класу, що дає змогу формувати екологічну компетентність, — «Фізичні забруднення довкілля і їх вплив на людину».

Однією з найактуальніших проблем сучасності є проблема захисту природного середовища і розвитку людської цивілізації. Коли йдеться про забруднення довкілля, насамперед виникають асоціації з різними хімічними чинниками (забруднення повітря вуглекислим газом, води й ґрунту різними отрутохімікатами тощо). А такі явища як шум, вібрація, світло здаються, на перший погляд, нешкідливими, хоча насправді вони, водночас із електромагнітним випромінюванням, радіацією, є теж забрудниками довкілля і чинять значний негативний вплив на здоров'я людини.

Мета курсу — формування екологічної компетентності, що складається із відповідних ціннісних орієнтацій, знань, умінь і досвіду практичної діяльності. Після завершення його вивчення учень повинен знати:

- 1) фізичні параметри довкілля й норми комфортного стану людини;
 - 2) види забруднень (хімічні, фізичні, біологічні) та їх вплив на людину;
 - 3) фізичні показники, що характеризують можливості людського організму і способи їх визначення;
 - 4) методи оцінки стану довкілля та його захисту;
- уміти:
- 1) оцінювати екологічну ситуацію (володіння методами);
 - 2) визначати фізичні характеристики і можливості власного організму;

- 3) ефективно використовувати обмежені ресурси природи й людського організму;

мати наступні ціннісні орієнтації:

- 1) дбайливе ставлення до здоров'я;
- 2) усвідомлення значущості турботи про довкілля.

Програма курсу розрахована на 10 годин у межах шкільного компонента базового навчального плану (табл. 7).

Таблиця 7

Тематичний план елективного курсу «Фізичні забруднення довкілля та їх вплив на людину»

№ з/п	Вид заняття	Короткий зміст (висвітлювані питання)
1.	Лекція «Природа і людина»	Взаємозв'язок людини і природи. Забруднення довкілля в результаті її діяльності. Види забруднень та їх вплив на людину. Види фізичних забруднень
2.	Семінар «Шум і вібрації»	Роль вібрацій у техніці. Шкідливий вплив вібрації на організм людини. Розроблення і застосування противібраційних пристроїв. Механічні коливання й парниковий ефект. Шум як екологічний чинник. Негативний вплив звукових хвиль на організм людини й інші біологічні об'єкти. Допустимі норми шуму. Роль зелених насаджень у боротьбі з шумом
3.	Семінар «Електромагнітні типи випромінювання»	Біологічна дія електромагнітних хвиль надвисокої частоти і захист від них. Біологічна дія ультрафіолетового, інфрачервоного, рентгенівського випромінювань і захист від них
4.	Семінар «Радіація»	Забруднення біосфери продуктами ядерних вибухів. Виробництво атомної енергії. Проблеми поховання радіоактивних відходів АЕС. Техніка безпеки на ядерних установках. Дія радіоактивного забруднення на організм людини. Радіоактивне забруднення природних середовищ
5.	Завершальна конференція	Виступи учнів з доповідями, підготовленими на основі виконання домашніх практичних завдань і заповнення узагальнювальної таблиці (табл. 8)

Види фізичних забруднень

Вид фізичного забруднення	Джерела забруднення	Вплив на людину	Шляхи й методи захисту
Шумове			
Вібраційне			
Електромагнітне			
Радіаційне			
Теплове			

Особливу роль в елективному курсі відграють домашні практичні завдання. Розглянемо їх.

«Електромагнітне випромінювання».

Дослідіть за допомогою компаса наявність електромагнітних полів навколо побутової техніки (холодильника, телевізора, комп'ютера, мікрохвильової печі, пральної машини, стільникового телефону, електролампи та ін.). За відхиленням його стрілки порівняйте електромагнітні поля, що створюються різними приладами. Перерахуйте їх в напрямку зменшення електромагнітного поля.

«Вимірювання радіаційного фону».

Обладнання: дозиметр. Школярі здійснюють або радіаційне дослідження району міста: обстежують різні об'єкти (магазини, школи, житлові будинки, проїжджу частину тощо), порівнюють їх і роблять висновок про те, в якому районі безпечніше проживати, або досліджують радіаційне випромінювання побутових приладів і пропонують способи зменшення його шкідливої дії.

Також у межах елективного курсу в якості домашнього завдання можна запропонувати практичну роботу «Оцінка власного робочого місця».

Її виконання актуальне з точки зору того, що організація робочого місця є важливою складовою подальшої трудової діяльності людини. Учням потрібно надати певні рекомендації з використання відповідних приладів.

Етапи виконання роботи:

1. Дослідження освітленості робочого місця і робочої зони. З метою визначення освітленості, що створюється різними джерелами (лампами розжарювання, природним світлом тощо), доволіно просторово розташованими, можуть бути використані люксметри. Принцип їх роботи полягає в перетворенні фотоприймальним облаштуванням випромінювання в електричний сигнал з подальшою індикацією числових значень освітленості в люксах.

Низка сучасних засобів контролю фізичних параметрів довкілля може бути використана для вимірювання таких показників: освітленості, яскравості, температури, вологості та ін. Учні самостійно вивчають інструкцію, що додається до приладу, здійснюють вимірювання освітленості і порівнюють їх з ергономічними нормами, формують висновки, дають рекомендації.

2. Визначення рівня шуму на робочому місці. З метою визначення шумового показника можна використовувати шумометр (еквалайзер) або скористатися таблицею показників рівня шуму певних джерел.

Додаткові завдання:

- Порівняти шумове забруднення поблизу будинків і доріг.
 - Визначити причини зниження транспортного шуму поблизу будинків.
 - Запропонувати заходи захисту від шумового забруднення.
 - Як зменшити шумове забруднення в місті, що можете зробити Ви у боротьбі з шумовим забрудненням?
3. Вимірювання параметрів мікроклімату в кімнаті.
 - Вимірювання температури повітря.
 - Вимірювання відносної вологості повітря.
 - Порівняння з ергономічними нормами.
 - Моніторинг цих параметрів і встановлення залежності між ними.
 - Їх вплив на здоров'я людини.

Окрім формування екологічної компетентності, в процесі вивчення курсу в учня розвиваються вміння здійснювати дослідження, вивчати інструкції та користуватися вимірювальними приладами, формувати висновки, тобто формуються інформаційна, природнича, математична, інноваційна та інші компетентності.

Запропоновані форми і методи навчання мають відповідати віковим особливостям учнів. У 7-му класі доцільно організовувати практичну діяльність школярів із підготовки доповідей, повідомлень, проведення простих дослідів і спостережень. Завдання мають супроводжуватися детальним алгоритмом, вказується необхідна література, контроль здійснює учитель. На цьому етапі учням слід пропонувати невеликі за обсягом елективні курси з метою підвищення мотивації до вивчення фізики.

У 8-му і 9-му класах учні можуть підготувати доповіді, повідомлення, самостійно проводити дослідів, виконувати проекти, конструювати фізичні прилади і моделі. Вказується лише частина літератури, за потреби надаються алгоритми навчально-пізнавальної діяльності узагальненого плану. На цьому етапі контроль учителя доповнюється взаємоконтролем.

У 10-му й 11-му класах школярі беруть участь в конференціях, семінарах, виконують проектну діяльність, проводять комплексні дослідження, пишуть реферати і статті у збірки робіт учнів, рецензують роботи однокласників, розробляють мультимедійні презентації тощо. Література перед виконанням різних видів діяльності не вказується, доцільні такі форми контролю як само- та взаємоконтроль, рефлексія. На цьому ступені навчання слід пропонувати учням елективні курси міжпредметної і методологічної спрямованості.

Оптимальний добір і поєднання форм і методів організації навчально-пізнавальної діяльності та самостійне виконання різних її видів сприяє ефективному формуванню компетентностей з фізики. Пошук додаткових можливостей формування й розвитку універсальних знань і вмінь, ціннісних орієнтацій і досвіду практичної діяльності є актуальною проблемою сучасної теорії й методики навчання.

Література:

1. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика: [Пер. с нем.] / К. Ингенкамп. — М.: Педагогика, 1991. — 238.
2. Леонтьев, В.Г. Психологические механизмы мотивации учебной деятельности: учеб. пособие / В. Г. Леонтьев. — Новосибирск: изд-во НГПИ, 1987. — 92 с.

1.4. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПОЛІТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ (STEM-ОСВІТИ) В СУЧАСНИХ УМОВАХ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

Багато аспектів політехнічної освіти до останнього часу залишаються гостро дискусійними: уточнюються її предмет, структура, термінологія. Еволюція політехнічної освіти зумовлена об'єктивними соціально-економічними та суспільно-політичними потребами, впливом зовнішніх (державна політика, економіка) і внутрішніх (мотивація діяльності) чинників.

Система освіти кожної країни у своїй еволюції спирається на власну історію, традиції, рівень соціально-економічного розвитку, інститути соціально-політичної системи. Ефективно розв'язати проблеми політехнічної освіти неможливо без комплексного вивчення, аналізу й узагальнення попереднього досвіду, оскільки новизна сучасної ситуації полягає у необхідності узгодження політичних, економічних, національних, загальноцивілізаційних та багатьох інших чинників.

Наука і освіта, створюючи й забезпечуючи сприятливі умови для індивідуального розвитку людини покликані готувати конкурентоспроможного на ринку праці фахівця, здатного свідомо та ефективно функціонувати в

умовах такого суспільства. Продуктом освіти має стати не просто високоякісний фахівець, а людина обізнана, культурна, діяльнісна, із творчим критичним мисленням — тобто політехнічно освічена.

Принцип політехнізму — один з основних принципів побудови навчально-виховної роботи в сучасній школі забезпечує підготовку спеціалістів та робітників широкої профілю на основі виявлення та вивчення інваріантної наукової основи, загальної для різних наук, технічних дисциплін, технологій виробництва, що дозволить учням переносити знання та уміння з однієї області в іншу.

Політехнічний принцип передбачає на прикладі вивчення конкретних об'єктів техніки, технологічних процесів та трудових прийомів вивчення загальних основ сучасного виробництва. Політехнічний принцип не вимагає, щоб досконально вивчались подробиці та особливості окремих виробництв, об'єктів та процесів, а передбачає лише ознайомлення з загальними науковими принципами, характерними для багатьох основних конкретних виробництв. В зв'язку з цим кожний механізм, машина, явище, які вивчаються учнями на уроках, розглядаються як представники широких груп аналогічних пристроїв і процесів. Задача вчителя полягає в тому, щоб на прикладі конкретного, одиничного познайомити учнів з загальним явищем, характерним для великої групи аналогічних предметів. Як зазначає П. Р. Атутов з позицій цього принципу вивчаються техніка, технологія, економіка виробництва.

У своїй монографії В. О. Подоляк відзначає, що так званий принцип політехнізму вичерпав свої можливості, особливо однобічне його застосування, як єдиного шляху політехнічної освіти.

При доборі змісту освіти вживається поняття **політехнізм**, як система навчання, яка передбачає теоретичне і практичне ознайомлення з основними галузями сучасного виробництва.

Протягом тривалого часу питання використання людиною техніки розглядалось в межах політехнічної освіти школярів, інтерес до якої останнім часом значно знизився, що підтверджується значним зменшенням числа педагогічних досліджень, проведених у даній області.

Педагогічна енциклопедія дає таке визначення політехнічної освіти: **політехнічна освіта** — освіта, що дає знання про головні галузі й наукові принципи виробництва та озброює учнів загально технічними уміннями, необхідними для їх участі у виробничій праці.

Ідея політехнічної освіти знайшла свій розвиток, підтримку та відображення у працях таких діячів — засновників політехнізму першої третини ХХ століття: В. П. Затонський, А. Г. Калашніков, Н. К. Крупська, М. М. Пістрак, М. О. Скрипник, С. Х. Чавдаров та ін. Аналізуючи наукові

праці з питань політехнізму відмічаємо, що протягом XX століття спостерігалось повернення до одних і тих самих форм, методів, засобів підвищення ефективності політехнічної освіти. В основі політехнічної освіти було покладено принцип політехнізму.

Дослідниця Н. О. Терентьева зазначає, що перші вимоги до політехнічної освіти були сформульовані К. Марксом та Ф. Енгельсом. К. Маркс підкреслював, що політехнічну освіту передбачає вивчення природничих наук та технологій, а Ф. Енгельс підкреслював, що робітники повинні вільно орієнтуватися у всій виробничій системі й вільно переходити з однієї галузі виробництва у інші відповідно до потреб суспільства та їх нахилів.

Ми вважаємо, що думка Ф. Енгельса є актуальною й у наш час. Завдяки автоматизації комп'ютеризації виробничих процесів сучасний робітник, виведений із безпосереднього процесу обробки, займається почергово і наладкою, і регулюванням обладнання, і його управлінням, і контролем виробничого процесу. Крім того, на його робочому місці змінюється обладнання, впроваджуються нові технологічні принципи. І все це вимагає ще більшої рухливості його функцій, зміни праці.

В працях А. Г. Калашникова поняття політехнічної освіти було звужено до практичного трудового досвіду, який підлітки отримують під час робіт у майстернях чи на фабриці. Вивчення природничих наук не передбачалось. В першу чергу це було обумовлено тим, що освіта в 30-х роках XX століття була семирічною й одразу після її закінчення молодь залучалася в виробництво.

Цікавою й актуальною є думка П. П. Блонського, який підкреслював важливість поєднання гуманітарної й природничо-наукової освіти для потреб виробництва. Проте основою складовою політехнічної освіти він бачив уміння розкласти складний трудовий процес на його компоненти.

Дослідник історії радянської педагогіки М. Г. Хітарян, що в період з 1937 по 1952 рік країні потрібні були інженери з вищою та середньою професійною освітою. Окремого навчального предмету «Трудове навчання» в навчальних планах не було, проте елементи політехнічної освіти реалізовувались в процесі викладання фізики, хімії, математики.

Зміст загальної середньої освіти був орієнтований на підготовку молоді до вступу у вищі та середні спеціальні заклади. Школа давала фундаментальні знання, проте її випускники, що йшли працювати у промисловість та сільське господарство не були готові до практичної діяльності.

Проблеми політехнічної освіти та політехнічної підготовки у загальноосвітній школі, умови її функціонування, питання політехнічної підготовки вчителів у другій половині XX століття досліджували П. Р. Атутов, О. І. Бугайов, С. У. Гончаренко, І. Д. Зверев, В. М. Кухарський, В. М. Мад-

зігон, Н. Г. Ничкало, В. Д. Шарко, М. І. Шут та ін. Вони відмічають, що система політехнічних понять здебільшого формується в процесі вивчення природничих наук, які дають школярам знання про основні закони природи, навчити використовувати їх на практиці, розвивати початкові навички роботи з найпростішими інструментами та приладами, знайомить учнів з основами сучасного виробництва. Таким чином формують базу знань необхідну для подальшої професійної освіти.

С. П. Шаповаленко вважав за необхідне виходити з аналізу потреб чотирьох провідних галузей народного господарства: енергетичної, хімічної, сільськогосподарської, механічної. Вивчення цих основних галузей виробництва мало забезпечити учнів знаннями про основи виробництва в цілому, озброїти знаннями про знаряддя праці, організацію виробництва, основи техніки та біології.

Закладені С. П. Шаповаленко ідеї було розвинуто в працях С. У. Гончаренка, О. І. Бугайова, Г. Імашева та ін. Ми погоджуємось з думкою Г. Імашева, що у ХХІ столітті відповідно до напрямків науково-технічного прогресу можна виокремити такі галузі виробництва табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Сучасні напрями науково-технічного прогресу в курсі фізики

Найважливіші напрями науково-технічного прогресу	Галузі виробництва та техніки
Механіка	Механізація виробництва. Будівництво. Транспорт.
Автоматизація	Автоматика. Електронна техніка. Радіотехніка та зв'язок. Автоматика та приладобудування.
Енергетика	Електрифікація. Сільське господарство. Електроенергетика. Електротехніка.
Електронно-обчислювальна техніка	Електроніка. Кібернетика. Оптоелектроніка. Світлотехніка.
Створення нових матеріалів з заданими властивостями	Виробництво нових матеріалів. Металургія. Будівництво. Електротехніка

Ми вважаємо, що вивчення галузей виробництва в курсі фізики повинно бути не самоціллю, а ілюструвати застосування законів фізики й не лише у сфері матеріального виробництва, як це було актуально для ХХ століття, але й у побуті та сфері обслуговування. Враховуючи регіональну специфіку доцільно розглядати насамперед ті галузі, що притаманні даному регіону.

На думку П. Р. Атутова політехнічну освіту слід розглядати як результат засвоєння учнями технологічної культури, способів практичного використання знань. В. О. Сухомлинський наполягав на тому, що суспільство отримає набагато більше користі, якщо школа надаватиме можливість учням отримати одну спеціальність, вибір якої залежать від потреб регіону та уподобань дитини, аніж від введення до змісту навчання різноманітних відомостей про основи виробництва, що дають поверхове уявлення про все по троху. Оскільки більшість випускників радянської середньої школи відразу після її закінчення включалися в трудову діяльність, то оволодіння найбільш затребуваною у регіоні виробничою спеціальністю було цілком виправданим. Ця ідея успішно реалізована в практику загальноосвітніх навчальних закладів України, де в старшій школі запроваджено технологічний профіль й учні отримують разом з повною загальною середньою освітою спеціальність. Проте, на нашу думку в основній школі це передчасно.

У нашому дослідженні ми дотримуємось думки К. А. Івановича, що підкреслив профорієнтацію, як складову політехнічної освіти. Задача професійної орієнтації у школі полягає не в навчанні певній професії, а в допомозі школярам виявити їх нахили й здібності до тієї чи іншої праці. Завдання політехнічної освіти школярів вирішуються комплексом навчальних предметів, але особлива, і найбільш значуща роль в політехнічній освіті школярів належить фізиці. Фізика — одна з наук, що визначає розвиток техніки. Розв'язання численних технічних і технологічних проблем базується на використанні законів фізики. С. Ю. Кам'янецький зазначав, що з одного боку, фізика є фундаментом техніки, з іншого боку, техніка стимулює наукові дослідження, дає нові технічні засоби для фізичних досліджень.

Як зазначає дослідник Е. Ф. Зеер основними методами та формами політехнічної освіти на уроках фізики є:

- пояснення прикладів застосування фізичних явищ і законів;
- фізико-технічні лабораторні роботи;
- демонстрації дослідів на моделях і макетах;
- вирішення задач з технічним і технологічним змістом;
- проведення екскурсій на виробництво;
- залучення учнів у фізико-технічні гуртки;
- демонстрація фільмів політехнічного змісту;
- організація позакласного читання науково-технічної літератури.

У своїх працях З. М. Резніков доводить, що окремі приклади не можуть забезпечити школярів системою знань про практичне використання фізики. Це можливо лише шляхом послідовного, цілісно-

го вивчення фізичних основ виробництва. Тільки системне вивчення застосування фізичних явищ у практичній діяльності людини складає зміст *практичної фізики*. В цілому погоджуючись, що вивчення застосувань фізики для практичних проблем людини має мати системний характер, слід зазначити, що зосереджуватись саме на виробництві не варто. Адже сучасна людина живе в світі техніки й прикладна фізика включає в себе не лише застосування фізики в виробництві але й в побуті.

Напрямок розвитку політехнічної освіти можна визначити, якщо проаналізувати сучасні державні та соціальні потреби. Так, одним з напрямів розвитку сучасної політехнічної освіти є формування практичних умінь та навичок, які учні основної школи не можуть отримати у достатньому обсязі у сім'ї. Наприклад, вміння виконувати паяльні роботи, нескладний ремонт електроприладів, використовувати різноманітний електроінструмент, читати технічну документацію, виконувати найпростіші електромонтажні роботи тощо.

Раціональний відбір змісту прикладного фізико-технічного матеріалу дає можливість підсилити політехнічну спрямованість навчання фізики, сприяє формуванню ключових та політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики.

На нашу думку знання фізичних принципів роботи сучасної техніки необхідне усім, незалежно від вибору майбутньої професії, оскільки ці знання дозволяють розуміти механізм роботи того чи іншого пристрою й, відповідно, безпечно його використовувати. Наприклад, знання принципів роботи кондиціонера, мікрохвильової печі або автоматичної пральної машини дозволяє їх правильно розмістити в приміщенні й експлуатувати без шкоди для здоров'я людини.

Необхідність політехнічної освіти також обумовлена ситуацією на ринку праці, де не вистачає висококваліфікованих технічних спеціалістів. Водночас надлишок спеціалістів гуманітарного профілю (юристів, економістів тощо) створює значну проблему при їх працевлаштуванні й соціальну напругу на ринку праці. Висока рухливість трудових функцій сучасного робітника вимагає розширення і поглиблення змісту політехнічної освіти шкільної молоді шляхом глибокого аналізу проблем економіки, екології та управління і введення їх у зміст освіти і навчання.

Необхідність відновлення політехнічної освіти школярів зумовлена дією двох чинників, а саме: необхідністю ознайомлення молоді з виробництвом як важливим боком навколишнього світу, а також із дією закону зміни праці, що постійно ставить значну кількість працівників перед проблемою опанування новою професією внаслідок

об'єктивної зміни у структурі виробництва. Усяка рухливість трудових функцій сучасного працівника пов'язана не тільки з переходом до іншого виду праці, а й постійною зміною умов діяльності на кожному робочому місці.

В реалізації принципу політехнізму й професійної орієнтації під час навчання фізики є певна специфіка, що визначається орієнтацією курсу на майбутню професію. При відборі змісту загальноосвітнього курсу на майбутню професію. Важливим є формування індивідуальних освітніх траєкторій учнів, що враховують їх професійний вибір.

Не можна, звичайно, ставити за мету, щоб упродовж навчання в загальноосвітній школі її випускник одержав знання всіх конкретних сучасних виробництв і оволодів відповідними професійними вміннями і навичками. Цього практично не можна здійснити та й у цьому немає ніякої потреби. Але, XXI ст. — століття технологізоване, і випускник загальноосвітньої школи повинен вільно орієнтуватися у сучасному виробництві, у світі сучасних професій. Лише за таких умов він зможе виробити свою життєву програму, життєву стратегію і з успіхом реалізувати її.

Щоб робітники могли швидко оволодівати технікою, що постійно удосконалюється, вони повинні мати широкий політехнічний світогляд і володіти всебічною рухливістю функцій. За час свого трудового життя кожна людина 2—5 разів змінює вид трудової діяльності і професію. І щоб легко адаптуватися у такі зміни, вона має бути до них готова не тільки психологічно, а й професійно.

Досягнення високого рівня соціального та економічного розвитку країни, її інтеграція в європейське співтовариство, підвищення конкурентоздатності на світовому ринку можливе лише у тому випадку, якщо її економіка базується на сучасних технологіях. Розвиток суспільства значною мірою залежить від рівня розвитку матеріального виробництва й сфери послуг, що, в свою чергу, неможливе без використання сучасної техніки.

Інтенсивні процеси інформатизації суспільства диктують необхідність розглядати питання політехнічної освіти в умовах тісної інтеграції фізики, техніки та інформатики. Дійсно, сьогодні інформаційно-комунікаційні технології тісно пов'язані з технікою, а оскільки основним інструментом для роботи з інформацією є комп'ютер, в основі роботи якого лежать фізичні закони, а він, в свою чергу, є засобом роботи й створення нової техніки. Знання інформаційних технологій є обов'язковою умовою використання сучасної техніки. Так, А. М. Гур-

жій, зазначає на необхідність інформаційно-технологічної освіти учнів незалежно від напрямку його майбутньої роботи та навчання.

Сьогодення об'єктивно вимагає переведення освітнього процесу на технологічний рівень, активізацію пошуку перспективних інноваційних й педагогічних технологій, спрямованих на розвиток і саморозвиток особистості. Одним із актуальних напрямів інноваційного розвитку природничо-математичної освіти є система навчання STEM. STEM-освіта — це об'єднання наук, спрямованих на розвиток нових технологій, на інноваційне мислення, на забезпечення добре підготовлених інженерних кадрів.

Сьогодні в багатьох країнах поняття STEM-освіти все активніше впроваджується у різні освітні програми, створюються STEM-центри, проводяться міжнародні конференції тощо. Водночас, у STEM-освіту активно включаються творчі, мистецькі дисципліни, об'єднані загальним терміном Arts. Дисциплінами-лідерами в Arts є промисловий дизайн, архітектура та індустриальна естетика.

Впровадження напрямів STEM-освіти передбачає забезпечення умов для інтелектуального, фізичного, художньо-естетичного розвитку учнів, виховання громадянина демократичного суспільства, яке визнає освіченість, творчість, культуру найвищими цінностями, незмінними чинниками соціального прогресу.

Ми у своєму дослідженні дотримуємося думки, що STEM-освіта може бути аналогом політехнічної освіти, і зважаючи, що саме STEM-освіті належить особлива роль в реалізації компетентнісного підходу, на цій основі ми добирали організаційні форми навчання фізики, які є найбільш ефективними у процесі формування політехнічного складника предметної компетентності.

Ще один аспект, який ми виокремлюємо у своєму дослідженні, це ставлення «людина-техніка». Сучасна техніка (з філософської точки зору) — це технічні знання, пов'язані з розвитком науки, також «техніка» може трактуватись як сукупність технічних пристроїв та об'єктів. Техніка задовольняє потреби людини, спрощує її життя. Проте часто техніка наносить шкоду не лише окремій людині, а й людству в цілому.

Ми поділяємо думку Н. М. Аль—Ані, що якщо інженери та проєктувальники не передбачили, що крім економічного й технологічного ефекту повинні бути дотримані вимоги її безпечного, ергономічного, екологічного використання, то з помічника людини техніка може перетворитись на загрозу для життя та здоров'я. Людство перебуває на тому етапі свого розвитку, що недостатня увага до впровадження нової техніки та технологій може викликати необорні негативні наслідки для всієї

цивілізації та біосфери. Такі наслідки слід передбачати й мінімізувати на ранніх етапах розробки чи впровадження нової техніки.

Таким чином, можна сформулювати кілька вимог, які повинні характеризувати ціннісне ставлення до системи «людина—техніка»:

- усвідомлення місця та ролі техніки в житті людини;
- ефективне використання техніки (грамотне, раціональне, своєчасне, результативне);
- безпечне використання (як для себе, так й для оточуючих);
- екологічні наслідки використання.

Спираючись на науку, освіту та інноваційні технології, можна констатувати, що стратегія розвитку України в умовах глобалізації дає реальний шанс нашій країні зайняти гідне місце на новому етапі цивілізації. До важливих векторів глобалізації належить освіта, яка не тільки не залишилася осторонь процесів глобалізації, а й активно долучається до них. Прискорення процесів глобалізації в економіці та політиці висувають нові вимоги до структури та якості освіти.

Важливість політехнічної освіти відображена в таких документах як: Закони України «Про освіту», «Про загальну середню освіту»; Укази Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» (№ 344/2013 від 25.06.2013), «Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні» (№ 926/2010 від 30.09.2010), «Про заходи щодо розвитку національної складової глобальної інформаційної мережі Інтернет та забезпечення широкого доступу до цієї мережі в Україні» (№ 928/2000 від 31.07.2000); рішення Колегії Міністерства освіти і науки України «Про форсайт соціо-економічного розвитку України на середньостроковому (до 2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах (в контексті підготовки людського капіталу)» тощо.

Таким чином, аналіз нормативної та науково-методичної літератури з проблем сутності компетентнісного підходу та проблем політехнічної освіти дає змогу виокремити такі теоретичні засади дисертаційного дослідження: встановити місце і компоненти політехнічного складника в структурі предметної компетентності учнів основної школи з фізики та умови його формування.

Враховуючи структуру предметної компетентності учнів (п.1.1.) та розглянуті вище сутності політехнічної освіти, ми встановлюємо такі компоненти політехнічного складника предметної компетентності з фізики учнів основної школи відповідно до результатів їх навчально-пізнавальної діяльності (див. таблиця 1.2).

**Компоненти політехнічного складника
предметної компетентності з фізики учнів основної школи**

Компонент	Характеристика результатів навчально-пізнавальної діяльності учнів
Ціннісні ставлення	Ціннісне ставлення до системи «людина-техніка-середовище»
Політехнічні знання	Знання про принципи роботи техніки, способи керування, правила безпечного використання
Політехнічні уміння	Конструктивно-технічні, організаційно-технологічні, операційно-контрольні уміння
Політехнічно значущі якості особистості	Розвиток пізнавального інтересу, творчого, технічного, критичного мислення

Наступною умовою, що забезпечує формування політехнічного складника предметної компетентності учнів є зміст освіти. У державному стандарті 2011 року, як і в попередньому, зміст фізичного структурується за змістовими лініями, які відповідають змістовим лініям освітньої галузі «Природознавство». Компетентнісно зорієнтована мета й завдання освітньої галузі спричинили оновлення змістових ліній фізичного компоненту. Якщо у стандарті 2004 року це були: 1) речовина і поле, 2) рух і взаємодія, 3) закони і закономірності фізики, 4) фізичні методи наукового пізнання, 5) роль фізичних знань в житті людини та суспільному розвитку. То у стандарті 2011 року такі змістові лінії, як «закони і закономірності фізики», «роль фізичних знань в житті людини та суспільному розвитку» уже виступають у якості вимог до загальноосвітньої підготовки учнів.

Для основної і старшої школи змістові лінії залишаються такими ж. Структура фізичного компоненту, як і в попередньому державному стандарті (2004 року) є двохконцентровою, що узгоджено з структурою загальної середньої освіти: в основній школі (7-9 класи) вивчається логічно завершений базовий курс фізики, у старшій школі (10-11 класи) вивчення фізики відбувається залежно від обраного профілю навчання, на двох рівнях: на базовому рівні (або рині стандарту) та на профільному рівні, а також основи фізичних знань можуть вивчатися у вигляді інтегрованого курсу «Природознавство».

Відповідно до стандарту фізичний компонент галузі «Природознавство» забезпечує усвідомлення учнями основ фізичної науки, засвоєння ними основних фізичних понять і законів, наукового світогляду і стилю мислення, розвиток здатності пояснювати природні явища і процеси та

застосовувати здобуті знання під час розв'язання фізичних задач, удосконалення досвіду провадження експериментальної діяльності, формування ставлення до фізичної картини світу, оцінювання ролі знань фізики в житті людини і суспільному розвитку.

Оцінюванню підлягає результат діяльності учнів (нижня частина схеми). В критеріях оцінювання навчальних досягнень затверджених наказом МОН України від 21.08.2013 №1222 вказано, що складником навчальних досягнень учнів з курсу фізики є не лише володіння навчальним матеріалом у межах вимог навчальної програми і здатність їх відтворювати, а й уміння та навички знаходити потрібну інформацію, аналізувати її та застосовувати в стандартних й нестандартних ситуаціях, мати власні цінні судження. Тим самим цими критеріями перевіряється не лише предметна компетентність, а й ключові, зокрема інформаційно-комунікаційна, зміст якої є інтегративним. Що забезпечує виконання вимог державного стандарту — внесок кожного предмета у формування зазначеної компетентності.

Тим самим ми ще раз переконуємося, що процес навчання фізики є поліфункціональним і спрямованим на досягнення мети базової освіти, яка полягає в розвитку та соціалізації особистості учнів, формуванні їхньої національної самосвідомості, загальної культури, світоглядних орієнтирів, екологічного стилю мислення і поведінки, творчих здібностей, дослідницьких навичок і навичок життєзабезпечення, здатності до саморозвитку та самонавчання в умовах глобальних змін і викликів.

Вагомою передумовою ефективності запровадження профільного навчання є вибір учнями профілю навчання. Формування вміння робити правильний вибір пов'язане зі специфічними умовами, спеціальною організацією, методами й формами навчання. Школярі потребують підтримки з боку батьків та педагогів щодо вибору й проектування своєї професійної кар'єри. Професійна орієнтація школярів на уроках фізики в зв'язку зі змінами на ринку праці та запровадження профільної старшої школи стає актуальною у основній школі.

Питання професійної орієнтації у старшій школі ретельно описано у роботах Г. О. Балла, Л. Ю. Благодаренко, О. І. Бугайова, М. І. Бурди, І. П. Василяшко, В. М. Володько, Т. Л. Гончаренко, М. П. Гузик, О. І. Ляшенко, Н. А. Побірченко, М. І. Садового, М. Є. Чумака. Проте питанню профорієнтації у основній школі приділено недостатньо уваги. В першу чергу це обумовлено тим, що більшість вважає, що професійне самовизначення має відбуватися у старшій школі.

Фізика є базовою для медичних спеціальностей і особливо для техніко-технологічних спеціальностей: системні науки та кібернетика, інфор-

матика та обчислювальна техніка, автоматика та керування, розробка корисних копалин, металургія та матеріалознавство, машинобудування та матеріалообробка, енергетика та енергетичне машинобудування, електротехніка та електромеханіка, електроніка, радіотехніка, радіоелектронні апарати та зв'язок, метрологія, вимірювальна техніка та інформаційно-вимірювальні технології, морська техніка, хімічна технологія та інженерія, видавничо-поліграфічна справа, текстильна та легка промисловість, оброблювання деревини, будівництво та архітектура, транспорт і транспортна інфраструктура, сільське господарство і лісництво, техніка та енергетика аграрного виробництва.

Дослідники М. І. Шут та Л. Ю. Благодаренко вбачають причину вибору професій гуманітарної та суспільної спрямованості в тому, що більшість випускників загальноосвітніх початкових закладів не мають жодних уявлень про сучасну індустрію, про основні галузі промислового виробництва. Ми погоджуємось з думкою, що зниження інтересу до політехнічної освіти у школярів зумовлене тим, що до технічних благ цивілізації вони звикли з раннього віку й особливо не замислюються над тим, звідки вони взялися і на яких принципах працюють. Через відсутність зацікавленості учнів і вчителів не акцентують увагу на політехнічному змісті в курсі фізики основної школи. На нашу думку саме компетентнісний підхід, що ставить на меті зробити знання особистісно значущими дасть змогу мотивувати учня.

Сучасному виробництву потрібні універсали, які не просто можуть виконувати встановлені функції за заданим алгоритмом, але й уміють вирішувати проблемні завдання, знаходити вихід зі складних виробничих ситуацій, передбачати наслідки прийнятих рішень. Для цього фахівець з технічної освіти повинен мати високу кваліфікацію, необхідну для забезпечення конкурентоспроможності продукції, що виготовляється, володіти високою загальною культурою, а також такими якостями, як відповідальність, самостійність, уміння реалізовувати та оновлювати свої знання відповідно до високої динамічності сфери праці.

Таким чином, на нашу думку, шкільна фізична освіта повинна знайомити учнів з використанням фізичних знань фахівцями різних професій з метою надання школярам необхідних знань для свідомого вибору ними профілю у старшій профільній школі. Політехнічна освіта тісно пов'язана з рівнем розвитку науки, техніки й загальними тенденціями в системі освіти. Відповідно для з'ясування сучасних тенденцій політехнічної освіти школярів слід окреслити основні тенденції в розвитку сучасної науки, техніки, потреби суспільства та держави.

1.5. ОСОБЛИВОСТІ ПОГЛИБЛЕНОГО ВИВЧЕННЯ БАЗОВОГО КУРСУ ФІЗИКИ

Традиційно фізика в закладах загальної середньої освіти вивчається з 7 по 11 клас. Історично склались різні підходи побудови шкільного курсу фізики. За способом розподілу навчального матеріалу за роками навчання виділяють лінійно-ступеневу й концентричну структури. За обсягом змісту, його складністю, навчальним часом й вимогами щодо його засвоєння — на рівневі навчальні програми (наприклад, світоглядні й поглиблені). Перехід від лінійно-ступеневої структури шкільного курсу фізики до концентричної загострив проблему організації процесу поглибленого вивчення фізики в основній школі (гімназії).

Десятиліттями структура шкільного курсу фізики в школі була лінійно-ступеневою. За такого підходу матеріал вивчався на двох ступенях: пропедевтично на першому, й систематично — на другому. Окрім того у фізиці виокремлюють окремі незалежні розділи, як от механіка, молекулярна фізика і термодинаміка, електродинаміка тощо, які передбачають лінійно-послідовне вивчення матеріалу, як правило, без повернення до вивченого, за виключенням наскрізних понять. Навчальний час розподілявся пропорційно до обсягу й складності навчального матеріалу: як правило, по 2 години на тиждень у дворічному пропедевтичному курсі, і по 3-4 години на другому (трирічному) ступені. Поглиблене вивчення, що розпочиналось в основній школі й закінчувалось у старшій було неперервним й цілісним. Цей період (кінець XX ст. — початок XXI ст.) викладання фізики в середній школі досить детально описаний у науковій й навчально-методичній літературі [1] — [5].

У 2001 році прийнято «Концепцію загальної середньої освіти (12 річна школа), де серед іншого закладався перехід на концентричну структуру деяких з навчальних предметів, концентрований розподіл навчального навантаження, що дозволило б скоротити кількість предметів, які вивчаються учнем одночасно. Передбачалось, що в основній школі мають створюватися передумови поглибленого вивчення окремих предметів чи курсів, що в подальшому дасть можливість учням свідомо обрати профіль навчання [6].

У цей час українськими вченими й методистами (Бугайов О.І., Головка М.В., Шут М.І., Мартинюк М.Т., Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.І. та ін.) розпочалось активне обговорення оновлення цілей і завдань фізичної освіти, принципів побудови шкільного курсу фізики. Були розроблені проекти концепцій шкільної фізичної освіти, зокрема у концепції [7], запропонованій Є.Коршаком, М.Шутом, Г.Грищенко пропонувалось зберегти лінійно-ступеневу структуру шкільного курсу, забезпечити

ґрунтовне вивчення фізики для всіх без виключення учнів, і поглиблене його вивчення, починаючи із 9 класу, для тих хто вступатиме до вищих навчальних закладів, де вивчається фізика. Для 12 класу пропонувався узагальнюючий й систематизуючий курс. На необхідності вивчення курсу фізики усіма учнями, незалежно від обраного профілю у старшій школі, (але залежно від профілю в різному обсязі) наголошував О.І.Бугайов [2]. До того ж автор концепції зазначає, що серед принципів відбору змісту і розроблення структури навчального матеріалу мають бути принципи відповідної завершеності фізичної освіти (базовий курс) в основній школі та її варіативності (диференційованості) у старшій школі, відповідності структури курсу фізики структурі школи. Щодо поглибленого вивчення фізики в основній школі, то пропонувалось, щоб у програмах і підручниках поряд із обов'язковим мінімумом вводилися відомості, адресовані учням, які цікавляться фізикою і хочуть мати глибші знання. Це було б кроком до залучення учнів до профільного вивчення фізики у старшій школі [2]. Як бачимо, ідея поглибленого вивчення фізики в основній школі не полягала у створенні особливих класів, тим паче із 8 класу.

Обговорювались сутнісні ознаки поглибленого і профільного вивчення предметів. Більшість науковців вважають, що профільне навчання має відрізнятися від поглибленого вивчення одного чи кількох навчальних предметів. Оскільки поглиблене вивчення окремих предметів ґрунтується переважно на знаннево-орієнтованій моделі навчання, то спроба втілити принципи й підходи такого навчання у профільній школі спричинює негативні наслідки, насамперед перевантаження учнів [8]. Проблема формування змісту курсу фізики української школи досліджується в історико-методичному контексті та викликах сьогодення [9].

За результатами тривалих обговорень у 2005 році були розроблені нові навчальні програми з фізики [10] за концентрованим і рівневим підходами: в основній школі (7-9 класи) вивчається базовий курс, у старшій — предмет вивчається залежно від обраного профілю навчання: на рівні стандарту, академічному або профільному.

У 2009 році наказом Міністерства освіти і науки України було затверджено Положення про класи з поглибленим вивченням окремих предметів у загальноосвітніх навчальних закладах [11], яким передбачалось, що класи з поглибленим вивченням окремих предметів створюються з метою:

- виявлення і розвитку творчих здібностей учнів з певного навчального предмета чи освітньої галузі;
- поглибленого оволодіння системою знань і умінь з обраних навчальних предметів, допрофільної підготовки учнів;

-
- забезпечення ранньої профілізації з відповідної освітньої галузі, формування готовності до свідомого вибору майбутньої професії;
 - виховання у школярів здатності до самостійного вибору та прийняття рішення, формування навичок самостійної, науково-дослідної роботи;
 - задоволення пізнавальних потреб та інтересів учнів.

Відповідно було розроблено навчальну програму, що передбачає поглиблене вивчення фізики у 8-9 класах (по 4 год. на тиждень). Нам не вдалось виявити джерела, які б обґрунтовували доцільність поглибленого вивчення фізики саме із 8 класу. До цього часу існували навчальні програми [12], які мали рівневу диференціацію із 7 по 11 клас і поглиблене вивчення із 8 класу урегульовувалось тим, що у 7 класі учні могли вивчати курс фізики за рівнем В, що орієнтує на вищі вимоги щодо його засвоєння, без зміни обсягу навчального матеріалу. Упровадження ж поглибленого вивчення фізики у 8-9 класах в умовах двоконцентрової структури шкільного курсу не забезпечувало його цілісності. Тому, зважаючи, що організація навчально-виховного процесу у таких класах мала здійснюватися відповідно до наказу МОН від 18.02.08 р. №99 «Про Типові навчальні плани загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням окремих предметів», де за рахунок годин варіативної складової відводиться додатковий час на поглиблене вивчення того чи іншого предмета деякі учителі фізики загальноосвітніх навчальних закладів вважали за доцільне розпочинати поглиблене вивчення фізики одразу із 7 класу. Враховуючи відсутність відповідних підручників для поглибленого рівня й те, що навчальні програми практично не містили навчального матеріалу, що розширював його порівняно із базовим курсом, відведений навчальний час використовувався на більш детальне теоретичне опрацювання, експериментальну й дослідницьку діяльність, розв'язування задач, узагальнення й систематизацію.

У 2016 році розпочато перехід на оновлені навчальні програми [13] з фізики, розроблені відповідно до державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти 2011 року. Зміст навчального матеріалу поглибленого курсу фізики для 8-9 класів укладено на основі програми базового курсу за принципом мінімального його розширення.

У таблиці 1 порівнюється зміст навчальних програм для звичайних класів [13] та класів із поглибленим вивченням фізики [14] (курсивом виділено питання, що вивчаються суто у класах з поглибленим вивченням фізики).

Таблиця 1.

Зміст навчальної програми для звичайних класів	Зміст навчальної програми для класів з поглибленим вивченням фізики
8 клас	
Розділ 1. ТЕПЛОВІ ЯВИЩА Рух молекул і тепловий стан тіла. Температура. Термометри. Температурна шкала. Теплова рівновага. Залежність розмірів фізичних тіл від температури. Агрегатні стани речовини. Фізичні властивості твердих тіл, рідин і газів. Внутрішня енергія. Способи зміни внутрішньої енергії тіла. Види теплообміну. Кількість теплоти. Розрахунок кількості теплоти при нагріванні/охолодженні тіла. Кристалічні та аморфні тіла. Температура плавлення. Розрахунок кількості теплоти при плавленні/твердненні тіл. Пароутворення і конденсація. Розрахунок кількості теплоти при пароутворенні/конденсації. Кипіння. Температура кипіння. Рівняння теплового балансу. Згорання палива. Розрахунок кількості теплоти внаслідок згорання палива. Теплові двигуни. Принцип дії теплових двигунів. ККД теплового двигуна. <i>Лабораторні роботи</i> №1. Вивчення теплового балансу за умов змішування води різної температури. №2. Визначення питомої теплоємності речовини.	Розділ 1. ТЕПЛОВІ ЯВИЩА. ТЕПЛОВІ МАШИНИ І МЕХАНІЗМИ Основні положення молекулярно-кінетичної теорії. Рух молекул і тепловий стан тіла. Температура. Вимірювання температури. Термометри. Температурні шкали. Шкала Цельсія. Абсолютна шкала температур. Теплова рівновага. Залежність розмірів фізичних тіл від температури. Особливості теплового розширення води. Лінійне розширення твердих тіл. Врахування теплового розширення в техніці. Агрегатні стани речовини. Фізичні властивості твердих тіл, рідин і газів. Пояснення агрегатних станів речовини на основі молекулярно-кінетичних уявлень. Внутрішня енергія. Два способи змінення внутрішньої енергії тіла. Види теплообміну. Кількість теплоти. Теплоємність тіл. Питома теплоємність речовини. Розрахунок кількості теплоти при нагріванні чи охолодженні тіла. Тепловий баланс. Рівняння теплового балансу. Фізичні властивості твердих тіл, рідин і газів. Кристалічні та аморфні тіла. Температура плавлення. Розрахунок кількості теплоти при плавленні чи кристалізації твердих тіл. Питома теплота плавлення. Рігкі кристали та їх використання. Полімери. Наноматеріали. Випаровування і конденсація. Вологість повітря. Розрахунок кількості теплоти при пароутворенні/конденсації. Питома теплота пароутворення. Кипіння. Температура кипіння. Фізика атмосфери. Згорання палива. Питома теплота згорання палива. Розрахунок кількості теплоти внаслідок згорання палива. Види машин і механізмів. Прості механізми.

Розділ 2. ЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ Електричні явища. Електризація тіл. Електричний заряд. Два роди електричних зарядів. Взаємодія заряджених тіл. Закон Кулона. Закон збереження електричного заряду. Електричне поле. Електричний струм. Дії електричного струму. Провідники, напівпровідники, діелектрики. Струм у металах. Джерела електричного струму. Електричне коло та його основні елементи. Сила струму. Амперметр. Електрична напруга. Вольтметр. Електричний опір. Залежність опору провідника від його довжини, площі перерізу та матеріалу. Реостат Закон Ома для ділянки кола. Послідовне й паралельне з'єднання провідників. Робота й потужність електричного струму. Закон Джоуля–Ленца. Електронагрівальні прилади. Природа електричного струму в розчинах і розплавах електролітів. Закон Фарадея для електролізу. Електричний струм у газах. Безпека людини під час роботи з електричними приладами й пристроями. <i>Лабораторні роботи</i> №3. Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра й вольтметра. №4. Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням провідників. №5. Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників.	<i>Перетворення енергії в механічних і теплових процесах.</i> Принцип дії теплових машин. <i>Парова турбіна.</i> Двигуни внутрішнього згоряння. <i>ККД теплового двигуна та шляхи його підвищення. Холодильні машини. Кондиціонер. Теплові насоси.</i> Лабораторні роботи №1. Вимірювання температури за допомогою різних видів термометрів. №2. Вивчення теплового балансу під час змішування води різної температури. №3. Визначення питомої теплоємності речовини. №4. Визначення питомої теплоти плавлення льоду. №5. Визначення ККД нагрівника Розділ 2. ЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ Електричні явища. Електризація тіл. <i>Види електризації.</i> Електричний заряд. Два роди електричних зарядів. <i>Закон збереження електричного заряду.</i> Взаємодія заряджених тіл. Закон Кулона. <i>Дискретність електричного заряду. Дослід Йойффе-Міллікена.</i> Електрон. Йони. Електричне поле. <i>Силова характеристика електричного поля. Провідники в електричному полі. Електростатичний захист.</i> Електричний струм. <i>Умови виникнення та існування електричного струму.</i> Дії електричного струму. Провідники і діелектрики. Струм у металах. Джерела електричного струму. Електричне коло та його основні елементи. <i>Прості та розгалужені кола.</i> Сила струму. <i>Способи вимірювання електричного струму.</i> Амперметр. Електрична напруга. Вимірювання напруги. Вольтметр. Електричний опір. Питомий опір провідників. Залежність опору провідника від його довжини, площі перерізу та матеріалу. <i>Залежність опору провідника від температури. Резистори.</i> Реостати. Закон Ома для ділянки електричного кола. Послідовне й паралельне з'єднання провідників.
--	--

	Розрахунки простих електричних кіл. Методи розрахунку розгалужених кіл. Розширення меж вимірювання електровимірювальних приладів: шунт і додатковий опір. Робота й потужність електрична. Закон Джоуля — Ленца. Електронагрівальні прилади. Лічильник електричної енергії. Природа електричного струму в розчинах і розплавах електролітів. Закон Фарадея для електролізу. Застосування електролізу в промисловості та техніці. Електричний струм у газах. Самостійний і несамостійний розряди в газах. Використання струму в газах у практичній діяльності людини. Електричний струм у напівпровідниках. Електропровідність напівпровідників. Власна і домішкова провідність. Залежність струму в напівпровідниках від температури. Напівпровідникові прилади та їх застосування в техніці. Термістори. Безпека людини під час роботи з електричними приладами та пристроями. Вплив електричного струму на людський організм. Лабораторні роботи №6. Дослідження взаємодії заряджених тіл. №7. Вимірювання сили струму та електричної напруги. №8. Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра і вольтметра. №9. Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням провідників. №10. Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників.
--	--

9 клас

Розділ 1. МАГНІТНІ ЯВИЩА
Магнітні явища. Дослід Ерстеда.
Магнітне поле.
Магнітне поле провідника зі струмом. Дія магнітного поля на провідник зі струмом.
Індукція магнітного поля. Сила Ампера.
Магнітні властивості речовин та їх застосування. Гіпотеза Ампера.
Постійні магніти, взаємодія магнітів. Магнітне поле Землі.
Електромагніти. Магнітна левітація.
Електродвигуни, гучномовці.
Електровимірювальні прилади.
Явище електромагнітної індукції.
Досліди Фарадея. Індукційний електричний струм.
Генератори індукційного струму.
Промислові джерела електричної енергії.
Лабораторні роботи
№1. Складання та випробування електромагніту.
№2. Спостереження явища електромагнітної індукції.
Розділ 2. СВІТЛОВІ ЯВИЩА
Світлові явища.
Швидкість поширення світла.
Світловий промінь.
Закон прямолінійного поширення світла. Сонячне та місячне затемнення.
Відбивання світла. Закон відбивання світла. Плоске дзеркало.
Заломлення світла на межі поділу двох середовищ. Закон заломлення світла.
Розкладання білого світла на кольори. Утворення кольорів.
Лінзи.

Розділ 1. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЯВИЩА
Магнітні явища. Постійні магніти, взаємодія магнітів. Магнітне поле. Магнітне поле Землі. Магнітна дія струму. Дослід Ерстеда. **Силова характеристика магнітного поля. Лінії магнітного поля.** Магнітні властивості речовин. Гіпотеза Ампера. Магнітне поле провідника зі струмом. **Магнітне поле котушки зі струмом.** Електромагніти. Дія магнітного поля на провідник із струмом. Сила Ампера. **Дія магнітного поля на рамку зі струмом.** Електричні двигуни. Електровимірювальні прилади. Гучномовець. **Дія магнітного поля на рухомий електричний заряд. Сила Лоренца. Прояв та застосування сили Лоренца в природі і техніці.** Явище електромагнітної індукції. Досліди Фарадея. Індукційний електричний струм. Індукційні генератори електричного струму. Промислові джерела електричної енергії.
Лабораторна робота
№1. Складання та випробування електромагніту.
Розділ 2. СВІТЛОВІ ЯВИЩА
Світлові явища. Джерела й приймачі світла. Швидкість поширення світла. **Методи вимірювання швидкості світла.** Світловий промінь і світловий пучок. Закон прямолінійного поширення світла. Сонячне та місячне затемнення. Відбивання світла. Закон відбивання світла. Плоске дзеркало. **Сферичні дзеркала.** Заломлення світла на межі поділу двох середовищ. Показник заломлення світла. Закон заломлення світла. **Дисперсія світла. Спектральний склад природного світла.** Кольори. Лінзи. Оптична сила й фокусна відстань лінзи. Формула тонкої лінзи. Отримання зображень за допомогою лінзи.

Оптична сила й фокусна відстань лінзи. Формула тонкої лінзи. Отримання зображень за допомогою лінзи.

Найпростіші оптичні прилади. Окуляри. Око як оптичний прилад. Зір і бачення. Вади зору та їх корекція.

Лабораторні роботи

№3. Дослідження відбивання світла за допомогою плоского дзеркала.

№4. Дослідження заломлення світла.

№5. Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи.

Розділ 3. МЕХАНІЧНІ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ.

Виникнення і поширення механічних хвиль. Звукові хвилі. Швидкість поширення звуку, довжина і частота звукової хвилі. Гучність звуку та висота тону.

Інфра- та ультразвуки.

Електромагнітне поле і електромагнітні хвилі. Швидкість поширення, довжина і частота електромагнітної хвилі. Залежність властивостей електромагнітних хвиль від частоти. Шкала електромагнітних хвиль.

Фізичні основи сучасних бездротових засобів зв'язку та комунікацій.

Лабораторні роботи

№6. Дослідження звукових коливань різноманітних джерел звуку за допомогою сучасних цифрових засобів

Розділ 4. ФІЗИКА АТОМА І АТОМНОГО ЯДРА. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Сучасна модель атома. Досліди Резерфорда. Протонно-нейтронна модель ядра атома. Ядерні сили. Ізотопи. Використання ізотопів.

Радіоактивність. Радіоактивні випромінювання, їхня фізична природа і властивості. Період піврозпаду радіонукліда.

Йонізаційна дія радіоактивного випромінювання. Природний радіоактивний фон.

Найпростіші оптичні прилади.

Окуляри. Об'єктив. Зорова труба.

Мікроскоп. Телескоп. **Сила світла і освітленість.**

Око як оптичний прилад. Зір і бачення. Вади зору та їх корекція.

Лабораторні роботи

№2. Дослідження відбивання світла за допомогою плоского дзеркала.

№3. Дослідження заломлення світла.

№4. Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи.

Розділ 3. МЕХАНІЧНІ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ.

Виникнення і поширення механічних хвиль. Звукові хвилі. Швидкість поширення звуку, довжина і частота звукової хвилі.

Гучність звуку та висота тону. **Вібрації і шуми та їх вплив на живі організми.**

Інфра- та ультразвуки та їх застосування в науці і техніці.

Електромагнітне поле і електромагнітні хвилі.

Випромінювання і поглинання електромагнітних хвиль.

Швидкість поширення, довжина і частота електромагнітної хвилі. Залежність властивостей електромагнітних хвиль від частоти. Шкала електромагнітних хвиль.

Електромагнітні хвилі в природі й техніці. Фізичні основи радіолокації та сучасних бездротових засобів зв'язку та телекомунікацій.

Розділ 4. ФІЗИКА АТОМА І АТОМНОГО ЯДРА. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Сучасна модель атома. Досліди Резерфорда. Протонно-нейтронна модель ядра атома. Ядерні сили.

Ізотопи. Використання ізотопів.

Радіоактивність. Радіоактивні випромінювання, їхня фізична природа і властивості.

Дозиметри. Біологічна дія радіоактивного випромінювання.

Поділ важких ядер. Ланцюгова ядерна реакція поділу. Ядерний реактор. Атомні електростанції. Атомна енергетика України. Екологічні проблеми атомної енергетики.

Термоядерні реакції.

Енергія Сонця й зір.

Розділ 5. РУХ І ВЗАЄМОДІЯ. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ

Рівноприскорений рух. Прискорення.

Графіки прямолінійного рівноприскореного руху.

Інерціальні системи відліку. Закони Ньютона.

Закон всесвітнього тяжіння. Прискорення вільного падіння. Рух тіла під дією сили тяжіння.

Рух тіла під дією кількох сил (у вертикальному та горизонтальному напрямках і по похилій площині).

Взаємодія тіл. Імпульс. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух. Фізичні основи ракетної техніки. Досягнення космонавтики.

Застосування законів збереження енергії й імпульсу в механічних явищах.

Фундаментальні взаємодії в природі.

Межі застосування фізичних законів і теорій.

Фундаментальний характер законів збереження в природі.

Прояви законів збереження в теплових, електромагнітних, ядерних явищах.

Еволюція фізичної картини світу.

Вплив фізики на суспільний розвиток та науково-технічний прогрес

Лабораторні роботи

№7. Вивчення закону збереження механічної енергії.

Фізика і проблеми безпеки життєдіяльності людини. Фізичні основи бережливого природокористування та збереження енергії. Альтернативні джерела енергії

Активність радіоактивної речовини.

Період напіврозпаду радіоактивного нукліда. Закон радіоактивного розпаду. Йонізаційна дія радіоактивного випромінювання.

Поглинута та експозиційна дози. Потужність радіоактивного випромінювання.

Дозиметри. Природний фон і радіоактивне забруднення.

Поділ важких ядер. Ланцюгова ядерна реакція поділу. Ядерний реактор. Атомні електростанції. Атомна енергетика України. Екологічні проблеми атомної енергетики. Термоядерні реакції. Енергія Сонця і зір.

Розділ 5. РУХ І ВЗАЄМОДІЯ. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ

Рівноприскорений рух. Прискорення.

Графіки прямолінійного рівноприскореного руху. Інерціальні системи відліку.

Закони Ньютона. Закон всесвітнього тяжіння.

Прискорення вільного падіння. Рух тіла під дією сили тяжіння. Рух тіла, кинутого горизонтально та під кутом до горизонту.

Рух тіла під дією кількох сил.

Математичний і пружинний маятники. Взаємодія тіл. Імпульс. Закон збереження імпульсу.

Реактивний рух. Фізичні основи ракетної техніки. Досягнення космонавтики.

Потенціальна і кінетична енергії. Механічна робота.

Застосування законів збереження енергії і імпульсу в механічних явищах.

Межі застосування класичної механіки.

Лабораторна робота №5. Дослідження руху тіла, кинутого горизонтально

ФІЗИКА ТА ЕКОЛОГІЯ Фізика і проблеми безпеки життєдіяльності людини.

Фізичні основи бережливого природокористування та збереження енергії.

Альтернативні джерела енергії.

ЕВОЛЮЦІЯ ФІЗИЧНОЇ КАРТИНИ СВІТУ

Еволюція фізичної картини світу. Вплив фізики на суспільний розвиток та науково-технічний прогрес

У програмі [14] зазначено, що у процесі поглибленого вивчення фізики головна увага приділяється формуванню предметної і ключових компетентностей, необхідних учням для успішного навчання в старшій школі за відповідно обраним профілем (фізико-математичний, природничий, технологічний тощо), продовження освіти у вищих навчальних закладах та здобуття спеціальності, пов'язаної з використанням фізичних знань. Проте не враховано концентричний принцип компонування змісту, згідно якого на першому концентрі вся фізика вивчається на спрощеному рівні, який доступний для учнів середнього віку з урахуванням попередньої математичної підготовки, у другому — фізика вивчається повторно, але на вищому науковому рівні. Якщо за лінійно-ступеневого підходу, запровадження поглибленого вивчення фізики із 8 класу ще задовольняло умову неперервного накопичення фундаментальних знань й практичного досвіду їх застосування, то за концентрованого — ні. За концентрованого підходу вивчення навчального матеріалу, часом породжує в учнів ілюзію знання тих питань, з якими вони повторно стикаються, що, природно, знижує рівень їх активності в навчанні. Виходячи із кількості замовлених підручників [15, 16], виявляють бажання поглиблено вивчати фізику із 8 класу порядку 4 тисячі учнів (що складає 1% від загальної кількості учнів на паралелі).

Негативних недоліків концентричного способу побудови навчальних програм для класів, що розпочинають поглиблене вивчення фізики в основній школі в значній мірі вдалось би уникнути, вдаючись до спіралеподібного розташування навчального матеріалу в програмах поглибленого вивчення фізики у 7-9 класах і програмах 10-11 класу профільного рівня, завдяки чому вдалось би поєднувати послідовність і циклічність вивчення фізики. Характерною особливістю цього способу є те, що учні, не втрачаючи з поля зору вихідну проблему, поступово розширюють і поглиблюють коло пов'язаних з нею знань. На відміну від концентричної структури, при якій до вихідної проблеми повертаються часом навіть через кілька років, в спіральній структурі немає перерв такого типу. Інший спосіб реалізації поглибленого навчання — виокремлення рівневих вимог у навчальних програмах з фізики для 7-9 класів закладів освіти, що забезпечило б поглиблене вивчення фізики усіх зацікавлених у цьому дітей, а не лише тих, хто навчається у класах з поглибленим вивченням.

Недоліки нині діючих навчальних програм у певній мірі можна згладити за рахунок підручників, навчально-методичного забезпе-

чення й методичних рекомендацій щодо поглибленого вивчення фізики у 8-9 класах і у 10-11 класах на профільному рівні [17].

У зв'язку з цим провідними функціями підручників для поглибленого вивчення фізики є формування в учнів основних теоретичних і практичних знань, розвиток наукового стилю мислення, опанування методами емпіричного і теоретичного пізнання, експериментального дослідження процесів, явищ і законів природи; формування здатності висловлювати свої думки та обмінюватися науковою інформацією; формування відповідних ставлень необхідних для вирішення ситуацій, пов'язаних з галуззю природознавства, комплексний підхід до процесу навчання.

Автори намагалися зробити тексти параграфів цікавими й доступними з дотриманням вимог науковості, наповнити їх практичним змістом, проблемними ситуаціями для створення мотивації й позитивних емоцій під час навчання. Особливого значення набувають завдання, пов'язані з реальними життєвими потребами, направленими на формування у здобувачів освіти уміння використовувати інформацію із різних джерел, ілюстрацій, схем, діаграм, таблиць, графіків тощо для вирішення задач, що мають безпосереднє відношення до повсякденного життя учнів у класі, родині, суспільстві, вправ і завдань, розроблених з урахуванням засад педагогіки партнерства, що передбачає: співпрацю, співтворчість між учнями та вчителями; критичне осмислення ситуацій; ситуацій вибору і відповідальності; творче застосування набутих умінь. Завдання у підручниках для поглибленого вивчення фізики пов'язані у першу чергу із ступенем складності застосування математичного апарату й способами розв'язування задач. Ми більше уваги надавали навчальним матеріалам на основі яких можна продемонструвати знання наукових понять і теорії, й загальних процедур і практик, пов'язаних із науковими дослідженнями, й того, як вони вможливають розвиток науки.

Окрім диференціації змісту навчання у підручниках, важливим аспектом є диференціація у методах і прийомах навчання залежно від навчальних можливостей й задатків учнів. У будь-якому класі, навіть якщо здійснено відбір до класів з поглибленим вивченням фізики, будуть учні з різними успіхами у навчальній діяльності. Тому необхідно у першу чергу **планувати індивідуальні результати навчання для учнів**. Варто надавати дозовану допомогу учням, які потребують зміцнення упевненості у своїх силах, ретельним підбором завдань, з тим, щоб вони були посилені для них й сприяли розвитку їх ініціативи. Учити їх не лише запам'ятовувати, а добиватися, щоб вони зрозуміли

взаємозв'язок загальних закономірностей і конкретних явищ. Створити умови так, щоб учні відчували задоволення від своєї роботи. Тому важливим завданням учителя не залежно від рівня вивчення фізики є організація диференційованої роботи учнів на уроці, на всіх його етапах: при викладанні нового матеріалу, закріпленні і повторенні.

В умовах поглибленого навчання фізики доводиться набагато більше часу і сил витратити не лише на вивчення суто предметного змісту фізики, а й питань, що належать до інших предметів (математики, хімії, інформатики), оскільки важливі прикладні питання є на сьогодні міжпредметними. Такими ж є і загальнонавчальні уміння, що мають розвиватись під час навчання фізики. Це ще раз підтверджує необхідність формування на уроках фізики не лише суто предметних, а й ключових компетентностей.

При плануванні й організації навчального процесу у 8-9 класах з поглибленим вивченням фізики варто пам'ятати, що у старших класах будуть повторно вивчатись основні поняття курсу. У зв'язку з цим варто диференційовано й виважено підходити до відбору навчального матеріалу й завдань, які б реалізовували наступність та враховували вікові особливості учнів основної і старшої школи. Зокрема, варто взяти до уваги **вказівки щодо реалізації наскрізних змістових ліній**, які полягають в тому, щоб на уроках більше використовувати ситуативні завдання і вправи, які описують проблеми реального життя і для розв'язання яких дітям потрібно застосовувати здобутті знання. Має бути збалансованим співвідношення задач з абстрактним і прикладним змістом.

Учителю також важливо пам'ятати і враховувати, що труднощі, які виникають перед учнями, повинні мати свою міру. Перші невдачі у поглибленому навчанні можуть привести до часткового зниження інтересу, втрати мотивації.

Ще один аспект, який тісно пов'язаний із особливостями навчально-методичного забезпечення поглибленого вивчення фізики в основній школі — **це проблема допрофільної підготовки і професійного самовизначення** учнів основної школи. Зниження інтересу до подальшої ґрунтовної фізичної й технічної освіти у школярів зумовлене тим, що до технічних благ цивілізації вони звикли з раннього віку й особливо не замислюються над тим, звідки вони взяли і на яких принципах працюють. Через відсутність зацікавленості учнів і вчителі не акцентують увагу на політехнічному змісті в курсі фізики основної школи. На нашу думку сприяти цьому може підручник і навчальні посібники, в яких через тексти параграфів, умови завдань і задач може

здійснюватися ознайомлення учнів з використанням фізичних знань фахівцями різних професій.

Проблему поглибленого вивчення фізики у 8-9 класах в умовах двокоплексової структури шкільного курсу визначає відсутність принципів добору й структурування змісту й навчального матеріалу з позицій його цілісності й наступності. Підручник фізики не в змозі самостійно вирішити цю проблему, але в його можливостях — утримувати позитивну мотивацію, зробити так, щоб процес здобуття знань забезпечувався як результат власних пошуків. У фізиці — це як теоретичних, так і практичних дій. Провідними засобами навчання у класах з поглибленим вивченням фізики виступають **практико-орієнтовані завдання й активні форми навчання**, які спрямовані на професійне самовизначення школярів, дають змогу виявити конструкторські, комунікативні, дослідницькі та інші здібності, проявити когнітивні уміння та навички, сприяють формуванню предметної і ключових компетентностей учнів.

У ході експериментального етапу наукового дослідження нами з'ясовано, що у разі створення класів з поглибленим вивченням фізики варто ще поглиблено вивчати математику й інформатику (технології). Такий комплексний підхід дозволяє найбільш **ефективно використовувати технології STEM-освіти**, що на нашу думку і однією із особливостей компетентісно орієнтованої методики навчання фізики для таких класів.

У європейській Рамковій програмі оновлених ключових компетентностей для навчання протягом життя, однією із восьми ключових компетентностей є математична компетентність та компетентність у науках, технологіях та інженерії (Mathematical competence and competence in science, technology and engineering). Цілісна і не розділена. Що зайвий раз підкреслює необхідність узгодженої програми вивчення цих предметів. Одним із способів узгодження є застосування таких форм навчання (у першу чергу навчальних проєктів), які забезпечують міжпредметну інтеграцію фізики й інших природничих наук з математикою й інформатикою і забезпечує формування ключової компетентності.

Наступна особливість компетентісно-орієнтованої методики навчання фізики в класах з поглибленим вивченням полягає в тому, щоб **розкрити фізичні основи сучасної техніки й технологій**. Це реалізується через наскрізне проникання в усі компоненти методики (цільовий, змістовий, процесуальний й контрольно-оцінний) так і введенням окремого розділу «Фізика — основа техніки й технологій».

Серед інших особливостей компетентнісно-орієнтованої методики навчання фізики в класах з поглибленим вивченням є:

збільшення частки самостійної роботи учнів як специфічного виду діяльності, що реалізовує потребу особи в саморозвитку, і як умову розвитку пізнавальних здібностей і пізнавальної самостійності як цінної особистісної якості;

засоби навчально-методичного та організаційно-педагогічного забезпечення навчання, які покликані допомогти вчителю сформувати в учня потребу оволодіти не тільки поглибленим змістом предмета, а й умінням узагальнювати вивчене, перевіряти достовірність знань, застосовувати їх у тій чи іншій конкретній ситуації, виявляти свою компетентність;

створення умов для організації діяльності спрямованої на професійне самовизначення учнів, розвиток інтересів, здібностей, пізнавальних та практичних умінь, які будуть обумовлювати адаптацію учнів до наступного навчання та життя.

Використанні джерела

1. А. И. Бугаев, *Методика преподавания физики. Теоретические основы*. Москва, Российская Федерация: Просвещение, 1981.
2. О. І. Бугайов, «Концепція фізичної освіти у 12-річній загальноосвітній школі», *Фізика та астрономія в школі*, № 6 (24), с. 6-13, 2001.
3. *Методика преподавания физики в 6-7 классах*. Ч. I. / под ред. В. П. Орехова и А. В. Усовой. Москва, Российская Федерация: Просвещение, 1976.
4. *Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школе* / под ред. В. П. Орехова и А. В. Усовой. Москва, Российская Федерация: Просвещение, 1980.
5. *Основы методики преподавания физики* / под ред. А. В. Перышкина, В. Г. Разумовского и В. А. Фабриканта. Москва, Российская Федерация: Просвещение, 1983.
6. Постанова Колегії МОН України, Президії АПН України від 22.11.01 року № 12/5-2. Про Концепцію загальної середньої освіти (12-річна школа). [Електронний ресурс]. Доступно: http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/2712/.
7. Є. Коршак, М. Шут, та Г. Грищенко, «Проект Концепції освіти з фізики та астрономії 12-річної школи», *Фізика та астрономія в школі*, № 3 (21), с. 24-27, 2001.
8. *Профільне навчання : теорія і практика* : зб. наук. праць за матеріалами методологічного семінару АПН України. Київ, Україна: Педагогічна преса, 2006.

-
-
9. М. В. Головка *Проблема формування змісту курсу фізики української школи в історико-методичному контексті та викликах сьогодення*. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 53. Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2016, С. 49 — 56.
 10. О. І. Бугайов, Є. В. Коршак, М. Т. Мартинюк, М. І. Шут та ін. *Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. Астрономія 7-12 класи*. Київ, Ірпінь, Україна: ВТФ «Перун», 2005.
 11. Наказ МОН України від 08.04.2009 № 312. *Примірне Положення про класи з поглибленим вивченням окремих предметів у загальноосвітніх навчальних закладах*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0312290-09>.
 12. *Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 7-11 класи. Астрономія 11 клас*. Київ, Україна: Шкільний світ, 2001.
 13. *Фізика. 7-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів*. Київ, Україна: Видавничий дім «Освіта», 2013.
 14. Міністерство освіти і науки України. *Фізика. 8—9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів із поглибленим вивченням фізики*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/fizika1.pdf>.
 15. Т. М. Засекіна, та Д. О. Засекін, *Фізика : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. з поглибленим вивченням фізики*. Київ, Україна: УОВЦ «Оріон», 2016.
 16. Т. М. Засекіна, та Д. О. Засекін, *Фізика : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. з поглибленим вивченням фізики*. Київ, Україна: УОВЦ «Оріон», 2016.
 17. *Фізика: методичні рекомендації МОН України щодо організації навчального процесу в 2017/2018 навчальному році; оновлені на компетентнісній основі навчальні програми для 7-9-х класів ЗНЗ; методичні коментарі провідних науковців щодо впровадження ідей Нової української школи*. Київ, Україна: УОВЦ «Оріон», 2017.

РОЗДІЛ 2

2.1. РЕАЛІЗАЦІЯ НАСКРІЗНИХ ЗМІСТОВИХ ЛІНІЙ У НАВЧАННІ БАЗОВОГО КУРСУ ФІЗИКИ

Оновлення навчальних програм з усіх предметів для 5-9 класів здійснювалося з метою практичного втілення засад компетентнісного, особистісно-орієнтованого та діяльнісного підходів. Ці підходи визначені як визначальні у державному стандарті освіти. Проте, незважаючи на повсякчасне наголошення про необхідність будувати навчальний процес на засадах компетентнісного підходу, реальне його впровадження залишається незадовільним. Однією із причин цього є те, що проголошення парадигми освіти потребує закріплення її в тих документах, які безпосередньо регулюють освітній процес. Головним таким документом до цього часу є навчальна програма з предмету. На її основі розробляється навчально-методичне забезпечення, складаються календарні й поурочні плани, обираються форми й методи навчання.

Проблема реалізації компетентнісного підходу полягає ще й в тому, що компетентність — як динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність не формується в межах уроку. Упровадження компетентнісного підходу, формування ключових компетентностей потребує комплексу заходів, які охоплюють освітній процес, так би мовити, по-горизонталі й вертикалі. У горизонтальній площині — це міжпредметний зміст, який би дозволяв учневі проявляти свої компетентності на життєвих прикладах, у нових ситуаціях, виявляти вміння приймати рішення, розв'язувати проблеми, критично аналізувати ситуацію, оцінювати ризики, керувати емоціями тощо. У вертикальній — це нарощування знань й умінь, відслідковування поступу й прогресу в набутті учнями компетентностей.

Зважаючи, що оновлення навчальних програм не передбачає повної заміни їх, вирішено включити до змісту навчальних програм з усіх навчальних програм наскрізні змістові лінії з метою «сфокусувати» увагу й зусилля вчителів-предметників, класних керівників, зрештою, усього педагогічного колективу на життєво важливих для учня й суспільства проблемах.

У навчальних програмах з усіх предметів виокремлено такі наскрізні змістові лінії: **«Екологічна безпека та сталий розвиток», «Громадянська**

відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість та фінансова грамотність».

Наскрізнi змістові лінії відбивають провідні соціально й особистісно значущі ідеї, що послідовно розкриваються у процесі навчання і виховання учнів. Наскрізнi змістові лінії є засобом інтеграції навчального змісту, корелюються з ключовими компетентностями, опанування яких забезпечує формування ціннісних і світоглядних орієнтацій учня, що визначають його поведінку в життєвих ситуаціях.

Зазначимо, що уведення наскрізних змістових ліній до навчальних програм відбулося вже після того, як були надруковані підручники для 5-9-х класів, тому зрозуміло, що методичний апарат підручників не забезпечує повноцінної функції реалізації їх. З метою надання методичної допомоги у реалізації наскрізних змістових ліній на сайті Інституту модернізації змісту освіти <https://imzo.gov.ua/osvita/zagalno-serednya-osvita-2/navchalni-prohramy-5-9-klasy-naskrizni-zmistovi-liniji/> зосереджено матеріали розроблені у рамках міжнародних освітніх проєктів таких як: «Зелений пакет», «Демократична школа», Шкільна академія підприємництва», «Уроки з підприємницьким тлом», «Основи споживчих знань», «Здоров'я дитини — здорове споживання», «Фінансова грамотність», які можуть бути використані на уроках.

Методичною проблемою, що потребує розв'язання є розроблення цілісної методики реалізації наскрізних змістових ліній на уроках фізики. Як вказано у навчальній програмі, реалізація наскрізних змістових ліній полягає у відповідному трактуванні навчального змісту тем і не передбачає будь-якого його розширення чи поглиблення. У методичному листі МОН України від 09.08.2017 р. №1/9-436 2017 вказано, що впровадження наскрізних ліній на уроках фізики забезпечує формування ціннісних і світоглядних орієнтацій учня, що визначають його поведінку в життєвих ситуаціях. Реалізація цих ліній забезпечується під час розв'язування практико-орієнтованих задач, ситуативних вправ, проєктної діяльності тощо.

Будуючи методику реалізації наскрізних змістових ліній ми маємо врахувати два аспекти: загальношкільний, що полягає в цілісному процесі організації освітнього середовища в закладі освіти (гімназії), і внутрішньопредметний — у процесі навчання фізики. Педагогічні колективи закладів освіти плануючи освітній процес мають змогу зафіксувати загальні підходи до реалізації наскрізних змістових ліній в освітній програмі закладу.

Освітня програма закладу — це єдиний комплекс освітніх компонентів, спланованих і організованих закладом загальної середньої освіти для досягнення учнями результатів навчання.

Освітня програма має містити:

- загальний обсяг навчального навантаження та очікувані результати навчання здобувачів освіти;
- вимоги до осіб, які можуть розпочати навчання за програмою;
- перелік, зміст, тривалість і взаємозв'язок освітніх галузей та/або предметів, дисциплін тощо, логічну послідовність їх вивчення;
- форми організації освітнього процесу;
- опис та інструменти системи внутрішнього забезпечення якості освіти;
- інші освітні компоненти (за рішенням закладу загальної середньої освіти).

Таким чином можна запланувати такі форми організації освітнього процесу, які забезпечують реалізацію наскрізних змістових ліній на загальношкільному рівні: надпредметні, міжкласові та загальношкільні проекти, тематичні тижні, курси за вибором та ін. Укласти розклад уроків таким чином, щоб проводити бінарні уроки за тематикою наскрізних змістових ліній.

Організуючи освітній процес безпосередньо на уроці учителі можуть обирати ті форми, методи, засоби й прийоми навчання, які є найбільш до речними й ефективними у кожному конкретному випадку. Роль навчальних предметів при навчанні за наскрізними темами різна і залежить від цілей і змісту навчального предмета та від того, наскільки тісно той чи інший предметний цикл пов'язаний із конкретною наскрізною темою. Сучасна методика орієнтує вчителя передусім на практичні методи, а саме: ситуаційний, метод проектів, проблемних завдань, діалогічної взаємодії, метод гри та ін.. Найбільший особистісно-розвивальний ефект під час навчання мають проблемні ситуації, світоглядні парадокси, ситуації подолання буденності, пізнавальні завдання, дидактичні ігри, завдання з життєво-практичним змістом, висування гіпотез, рефлексія логіки викладу, конструювання прикладів тощо.

Реалізація наскрізних змістових ліній на уроках фізики передбачає посилення уваги до певних аспектів, відповідної інтерпретації змісту тем як в теоретичному змісті, так і під час практичної роботи, розв'язування задач, виконання проектів. Як уже було зазначено, наскрізні змістові лінії були уведені до навчальних програм уже після того, як надруковано підручники з фізики для 7-9-х класів. Проте це не означає, що у підручниках відсутній матеріал, який би можна було використати для реалізації змістових наскрізних ліній, адже останні співвідносяться з ключовими компетентностями, формування яких є ключовою парадигмою сучасного освітнього процесу. Формування ключових компетентностей засобами підручниками є одним із критеріїв конкурсних відборів підручників з фізики у 2015, 2016, 2017 рр.

Однією із наскрізних змістових ліній є **«Екологічна безпека та сталий розвиток»**. Упровадження її спрямоване на формування в учнів соціальної активності, відповідальності й екологічної свідомості, у результаті яких вони дбайливо й відповідально ставитимуться до довкілля, усвідомлюючи важливість сталого розвитку для економіки, збереження довкілля й розвитку суспільства.

Пошук словосполучення «сталий розвиток», «екологічна безпека» по змісту державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [] та навчальних програм для 5-9-х класів засвідчує наступне.

У державному стандарті серед завдань галузі «Природознавство» є: формування ціннісних орієнтацій на збереження природи, гармонійну взаємодію людини і природи, а також ідей сталого розвитку; екологічні основи ставлення до природокористування; екологічна етика.

Серед державних вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів основної школи про сталий розвиток вказано у біологічному компоненті — учні мають розуміти, що збереження біосфери є умовою сталого розвитку суспільства та життя на Землі, у географічному компоненті — учні мають висловлювати судження щодо ролі географії в розв’язанні проблем сталого розвитку природи і суспільства, розуміти стратегію сталого розвитку в Україні і світі, оцінювати значення сталого розвитку для людства; у фізичному компоненті — учні мають уміти пояснювати екологічні засади різних галузей господарства, світоглядне, теоретичне і практичне значення досягнень природничих наук, застосовувати здобуті знання у повсякденному житті для вирішення питань сталого розвитку і збереження здоров’я людини.

У стандарті виокремлено окремо й екологічний компонент, завдання якого спрямовані на формування в учнів екологічної свідомості та дотримання правил екологічно безпечної поведінки в навколишньому природному середовищі. Проте в державному стандарті про цей компонент згадується лише в переліку компонентів і їх завданнях. Подалі зміст цього компоненту не реалізовано. Тому в навчальних планах немає окремого предмету «Екологія» ні в основній, ні в старшій школі. Вимоги щодо знання екологічно небезпечних факторів для здоров’я людини, екологічні проблеми людства зафіксовані у загальноприродничому компоненті. Про екологічну безпеку згадується в завданнях біологічного компоненту — забезпечує формування свідомого ставлення до екологічних проблем, усвідомлення біосферної етики, у вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки учнів основної школи хімічного компоненту — формує ставлення до екологічних проблем, географічного — висловлювати судження щодо шляхів раціонального при-

родокористування та розв'язання сучасних екологічних проблем, фізичного — уміти пояснювати екологічні засади різних галузей господарства.

Основними змістовими лініями суспільствознавчого компонента є людина в суспільно-політичній сфері, людина в соціальній сфері, людина у правовій сфері, людина в економічній сфері, людина в культурно-духовній сфері. Безпосередньо із словосполученням «сталий розвиток» вимога пояснювати сутність сталого розвитку записана лише для учнів старшої школи.

Зважаючи на загальнодидактичну проблему формування змісту освіти, а саме відсутність чітких критеріїв щодо реалізації вимог стандарту у навчальних програмах предметів, сформованих на основі освітніх галузей, а далі у підручниках, вказані питання можуть бути по-різному реалізовані. Що і підтверджує наш аналіз.

З фізики в основній школі є достатньо питань, які пов'язані з екологічною безпекою й сталим розвитком, які можна розглянути під час розв'язування задач і завдань з реальними даними, виконання міжпредметних навчальних проєктів, у роботі з різними джерелами інформації. В позаурочний час питання наскрізної лінії розглядаються під час тематичних тижнів, позаурочних заходів. Учні можуть брати участь у відповідних регіональних, всеукраїнських та міжнародних конкурсах й проєктах (у тому числі дистанційних).

Проте, як виявилось в ході нашого дослідження, самі вчителі не зовсім правильно розуміють сутність питань сталого розвитку й екологічної безпеки. У більшості випадків питання екологічної безпеки асоціюється лише з проблемою забруднення довкілля. У той час, як екологія (від дав.-гр. *οἶκος* — середовище, житло і *λόγος* — вчення, наука) — це наука, що вивчає закономірності взаємовідношень організмів з довкіллям, а також організацію і функціонування надорганізмових систем (популяцій, видів, біоценозів, біосфери).

У питаннях сталого розвитку учителі фізики також більше уваги приділяють лише природоохоронній сфері, у той час як концепція сталого розвитку (англ. *Sustainable development*) поєднує три головні сфери: економічну, природоохоронну і соціальну. Цілісно про концепцію сталого розвитку не розглядається у жодному навчальному предметі. Тому цьому питанню варто більше приділити уваги в самоосвітній діяльності, в роботі методичних служб, в системі післядипломної педагогічної освіти й в системі підготовки майбутніх учителів з усіх спеціальностей.

Коротко зупинимось на ключових позиціях концепції сталого розвитку якими має володіти вчитель фізики.

Сталий розвиток — термін, який у перекладі з англ. за суттю відображає збалансований, невиснажувальний, керований розвиток. Концепція сталого розвитку включає вимоги до захисту довкілля, соціальної справедливості

та відсутності расової й національної дискримінації. Людство має навчитися жити в певних обмеженнях, які визначаються ємністю біосфери, скоротити обсяги ресурсів, які вилучають з природи, і зменшити кількість відходів своєї життєдіяльності, що повертаються у природу. Це основа **екологічно стійкого розвитку**.

Стійкий соціальний розвиток означає збалансоване розв'язання демографічних проблем, проблем зайнятості, рівня і якості життя, розширення доступу до знань, культурних цінностей, забезпечення громадянських прав й особистої безпеки людей.

Економічно стійкий розвиток передбачає структурні й територіальні зрушення у світовій економіці, підвищення інтенсивності та продуктивності господарства, досягнення оптимальних, з точки зору збереження рівноваги між суспільством і природою, темпів економічного розвитку.

Концепція сталого розвитку передбачає суттєві зміни в усіх сферах суспільного життя. Так, сталий розвиток висуває на порядок денний політичних інститутів проблеми, пов'язані з пошуком балансу між необхідністю глобального управління та збереженням державного суверенітету країн, пошуком ефективних методів вирішення глобальних і локальних питань, визначенням ефективного політичного ладу тощо. Перед економікою — проблему балансу між потребами суспільства та можливостями навколишнього середовища.

Україна задекларувала своє бажання перейти на шлях стійкого розвитку на Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро у 1992, підписавши Декларацію Ріо і Програму дій Порядок денний на 21 століття.

В Україні склалася нераціональна структура природокористування та управління соціально-економічним розвитком держави, яка є неефективною та екологічно небезпечною. Сформувалася яскраво виражена сировинна спрямованість експорту, що загрожує перетворенню України на сировинний придаток розвинутих країн.

Важливими завданнями у цьому плані є: розроблення й впровадження Програми структурної перебудови економіки України до 2030 року; вдосконалення системи інтегрованого екологічного управління шляхом врахування екологічної складової в політиці, програмах та стратегіях різних галузей господарства; розвиток екологічного підприємництва; розроблення механізму заохочення в усіх галузях економіки та інших видах діяльності, побуті до використання енергозберігаючих технологій; припинення будівництва надпотужних енергогенеруючих агрегатів, відмова від пріоритетного розвитку атомної енергетики; стимулювання зростання обсягів відновлюваних джерел енергії.

В Україні дуже високий рівень сільськогосподарського освоєння території (72%). Розораність земельного фонду становить 58%, частка еродованих земель — 57,4% площі країни. Надмірне навантаження на земельні ресурси спричинило деградацію ґрунтів та ін. негативні процеси.

Важливими завданнями цього напрямку є: розроблення та впровадження Національної програми екологізації сільського господарства; розширення мережі господарств, що спеціалізуються на біологічному землеробстві й тваринництві; застосування державного контролю за використанням генетично модифікованих організмів.

Запроваджена модель ринкової трансформації українського суспільства призвела до значних соціальних втрат, ослаблення громадянських інститутів, що є загрозою демократичному розвитку. Зросли бідність, кількість захворювань, пов'язаних із соціальними проблемами, скоротилась середня тривалість життя, зменшилась кількість населення. Посилилось розшарування суспільства за майновими ознаками, рівнем доходу, можливостями доступу до соціальних благ.

Для подолання негативних явищ, що супроводжують *формування демократичного суспільства*, зокрема *зниження рівня соціально-економічної нерівності*, важливими завданнями є: запровадження механізмів громадського контролю за діями органів державної влади; посилення боротьби з організованою злочинністю та корупцією в державі; підвищення незалежності судової влади; забезпечення незалежності ЗМІ, створення системи об'єктивного інформування про сталий розвиток; приведення рівня заробітної плати у відповідність з реальною вартістю робочої сили; забезпечення повної зайнятості працездатного населення, економічна підтримка непрацездатних верств населення; децентралізація програм соціальної підтримки населення й підвищення ролі місцевих органів влади у вирішенні проблем бідності на основі цільового закріплення податків за місцевими бюджетами.

Важливими завданнями щодо *природокористування на засадах сталого розвитку* є: удосконалення економічного механізму природокористування, який передбачає економічну оцінку природно-ресурсного потенціалу; запровадження принципів «забруднювач сплачує», «користувач сплачує»; технологічна модернізація гірничодобувної та переробної галузей, рекультивация порушених земель; орієнтація на експорт кінцевої продукції, перероблення вторинної сировини; перехід до інтегрованого управління водними ресурсами на основі басейнового принципу управління; формування інвестиційної політики, спрямованої на використання енерго- та ресурсозберігаючих технологій.

Ресурси рослинного і тваринного світу України протягом останніх 50 років мають стійку тенденцію до виснаження. Важливими завданнями стабілізації

та поліпшення такої ситуації є: забезпечення ефективного функціонування національної екологічної мережі; зростання площі природно-заповідного фонду до середньоевропейських показників (не менше ніж 10 %); удосконалення системи моніторингу біо- та ландшафтного різноманіття; підтримка розвитку екологічного туризму.

На нашу думку в школі має відбуватися не лише ознайомлення із основами концепції сталого розвитку й екологічної безпеки. Здобута освіта з цих питань має сформувати життєву позицію. Особливо важливо приділяти цьому увагу на уроках фізики. Адже сучасні природничі науки поступово перетворюється на сферу інструментально-інженерних маніпуляцій, у результаті чого постає новітній технологізм, загрозливий для людства, бо саме він ставить питання про можливість перетворення людської природи і природи в цілому. Планета стає супер-лабораторією природознавців — дослідження елементарних частинок на андронному колайдері, клонування й генна інженерія, штучний інтелект тощо. Й питання про безпеку таких експериментів є одним із найважливіших в аспекті зв'язку майбутніх глобальних ризиків із досягненнями природничих наук.

Найбільш ефективним для цього є створення проблемних ситуацій, які вимагають аналізу явища і його причинно-наслідкових зв'язків, зіставлення фактів і явищ, аргументації висновків й прийнятих рішень. На уроках фізики, там де це доцільно, мають використовуватися прийоми спрямовані на формування в учнів умінь оцінювати економічні, природні й соціально-політичні явища.

Вивченням питань, що належать до змістової лінії **«Здоров'я і безпека»** прагнуть сформувати учня як духовно, емоційно, соціально й фізично повноцінного члена суспільства, який здатний дотримуватися здорового способу життя й формувати безпечне життєве середовище.

Ця змістова лінія реалізується тим, що під час навчання фізики учні можуть:

- застосовувати набуті знання та навички для збереження власного здоров'я та здоров'я інших;
- дотримуватися правил безпеки життєдіяльності під час виконання навчальних експериментів, у надзвичайних ситуаціях природного чи техногенного характеру;
- оцінювати позитивний потенціал та ризики використання надбань фізики, техніки і технологій для добробуту людини і безпеки суспільства та довкілля;
- виявляти ціннісне ставлення до власного здоров'я і здоров'я інших людей, до навколишнього середовища як до потенційного джерела здоров'я, добробуту та безпеки.

-
- У реалізації цієї змістової лінії доцільно проаналізувати які питання розглядаються на уроках з основ здоров'я і біології, щоб максимально узгодити їх. У курсі біології питання здоров'я людини спрямовано вивчаються у 8 класі під час вивчення анатомії й фізіології людського організму. Навчальна програма курсу основ здоров'я 5-9 класів побудована за концентри: здоров'я людини, фізична складова здоров'я, психічна й духовна складові здоров'я, соціальна складова здоров'я. Зазначені центри в основній школі щороку повторюються, — розширюючи й поглиблюючись. Як вказано у навчальній програмі у кожному класі зміст, обсяг і послідовність пропонованої учням інформації, організація її засвоєння змінюються відповідно до зростаючих пізнавальних і психологічних особливостей учнів. За умови дотримання державних вимог до результатів навчання послідовність і кількість годин на ці складові в підручниках і календарних планах можуть змінюватися відповідно до авторського викладу, робочого плану школи, необхідності своєчасного реагування на конкретні умови, у яких відбувається навчально-виховний процес (наближення епідемій, стихійне лихо, інфекційні хвороби тощо). І ми можемо додати: відповідно до необхідності реалізувати наскрізну змістову лінію **«Здоров'я і безпека»**.

Змістова лінія **«Підприємливість і фінансова грамотність»** націлена на розвиток лідерських ініціатив, здатність успішно діяти в технологічному швидкозмінному середовищі, забезпечення кращого розуміння молодим поколінням українців практичних аспектів фінансових питань (здійснення заощаджень, інвестування, запозичення, страхування, кредитування тощо).

Ця змістова лінія реалізується тим, що під час навчання фізики учні можуть:

- застосовувати фізичні знання для генерування ідей та ініціатив щодо проектної, конструкторської й винахідницької діяльності, для вирішення життєвих проблем, пов'язаних із матеріальними та енергетичними ресурсами;
- прогнозувати вплив фізики на розвиток технологій, нових напрямів підприємництва;
- оцінювати можливості застосування набутих знань з фізики в майбутній професійній діяльності, для ефективного вирішення повсякденних проблем;
- оцінювати власні здібності щодо вибору майбутньої професії, пов'язаної з фізикою чи технікою;
- розвивати ініціативність, працьовитість, відповідальність як запоруку результативності власної діяльності;

- прагнути досягти певного соціального статусу в суспільстві, зробити внесок до економічного процвітання держави;
- презентувати власні ідеї та ініціативи;
- аналізувати власну економічну ситуацію, родинний бюджет;
- орієнтуватися в широкому колі послуг і товарів на основі чітких критеріїв, робити споживчий вибір, протистояти маніпуляціям, що використовуються в рекламному та інформаційному просторі.

Реалізація змістової лінії «**Громадянська відповідальність**» сприятиме формуванню діяльного члена громади й суспільства, що розуміє принципи і механізми функціонування суспільства, є вільною особистістю, яка визнає загальнолюдські й національні цінності та керується морально-етичними критеріями й почуттям громадянської відповідальності у власній поведінці.

Ця змістова лінія реалізується тим, що під час навчання фізики учні можуть:

- працювати в команді, приймати виважені рішення, що сприятимуть вирішенню науково-технологічних, економічних, соціальних чи інших проблем сучасного суспільства;
- ефективно співпрацювати з іншими над реалізацією різноманітних проєктів, залучаючи родину, місцеву громаду та ширшу спільноту;
- визначати особистісні якості відомих учених-фізиків, що свідчать про їхню громадянську позицію, моральні якості;
- розуміти, що стан надходження інвестицій в Україну, а отже й рівень добробуту в громадах, суспільстві в цілому залежить від рівня фізико-математичної й технологічної освіти, розвитку високотехнологічного виробництва;
- аналізувати й критично оцінювати події в державі на основі статистичних даних соціально-економічних, демографічних, екологічних та інших явищ і процесів в Україні та світі, протистояти маніпулюванню свідомістю, що застосовується в інформаційному просторі;
- діяти як активний та відповідальний член громадянського суспільства.

У процесі навчання фізики, зокрема під час виконання лабораторних робіт завжди наголошується про **безпеку життєдіяльності**. Правила безпеки праці в кабінеті фізики мають виконуватися усіма учасниками освітнього процесу: і працівниками, і учнями.

Пам'ятайте про основні небезпечні та шкідливі чинники під час роботи в кабінеті фізики:

- опіки під час роботи з електронагрівальними приладами та під час роботи зі спиртівкою та сухим спиртом;
- механічні травми під час проведення лабораторних робіт;
- ураження електричним струмом.

7 клас

Розділ 1. ФІЗИКА ЯК ПРИРОДНИЧА НАУКА. ПІЗНАННЯ ПРИРОДИ

Вивчаючи будову речовини можна зупинитись на питанні розмірів у мікросвіті. Порівняти розміри мікрочасток речовини та мікроорганізмів. Показати роль медичних масок, респіраторів, фільтрів для захисту організму.

Медична маска захищає дихальні шляхи від потрапляння до них інфекцій, які передаються повітряно-крапельним шляхом. Так, маски призначені захистити від наступних хвороб: гострі респіраторні вірусні інфекції, у тому числі грип; кір; краснуха; вітряна віспа; стрептококові інфекції, у тому числі ангіна; коклюш; туберкульоз.

Маски захищають за умови правильного їх носіння від потрапляння бризок та великих крапель, які можуть містити віруси чи бактерії, при розмові, чханні та кашлю. Водночас вони позбавлені можливості затримувати дрібні частинки, а неправильне їх використання підвищує ризик зараження. Нижченаведені правила використання медичних масок згідно з рекомендаціями ВООЗ (всесвітньої організації охорони здоров'я):

- Маска повинна щільно прилягати до рота та носа, не утворюючи щілин.
- Запобігайте дотикання до маски.
- Вологу або пошкоджену маску слід замінити на нову.
- Не використовуйте повторно одноразову маску.

Таким чином, носіння масок є одним із профілактичних заходів задля обмеження поширення окремих видів респіраторних інфекцій, у тому числі COVID-19 (коронавірусу).

Завершити цей розділ можна узагальнюючим заняттям на якому розглянути питання ролі фізики й фізиків у розвитку суспільства, тим самим реалізувати усі чотири наскрізні лінії (адже ці питання пов'язані і з громадянською відповідальністю вчених, і тих хто застосовує досягнення науки, із здоров'ям і безпекою, сталим розвитком і екологічною безпекою і звичайно з підприємливістю й фінансовою грамотністю).

Розділ 2. МЕХАНІЧНИЙ РУХ.

Вивчаючи цей розділ потрібно розглянути ситуативні вправи на аналіз механічного руху учасників дорожнього руху та його наслідки для власної безпеки; задачі з прикладами логістики пасажирських і вантажних перевезень в Україні й світі; уміння вибрати оптимальну траєкторію руху в конкретних життєвих ситуаціях

Розділ 3. ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛА

Вивчаючи цей розділ потрібно розглянути ситуативні вправи і задачі на аналіз явища інерції, сил тертя і пружності, їх наслідки для власної безпеки; матеріали з досягнення українських конструкторів у суднобудуванні, повітроплаванні тощо.

Розділ 4. МЕХАНІЧНА РОБОТА ТА ЕНЕРГІЯ

Вивчаючи цей розділ потрібно розглянути ситуативні вправи й задачі на застосування закону збереження енергії, розрахунок параметрів простих механізмів, умов їх безпечного використання; інформаційні матеріали про досягнення українських конструкторів у машинобудуванні й будівництві

8 клас

Розділ 1. ТЕПЛОВІ ЯВИЩА

Вивчаючи цей розділ потрібно розглянути ситуативні вправи і задачі на аналіз перебігу теплових процесів; усвідомлення важливості енергозберезувальних заходів у масштабах родини, громади, країни; вплив теплових машин та інших засобів теплотехніки на довкілля.

Розділ 2. ЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ

Вивчаючи цей розділ потрібно розглянути ситуативні вправи і задачі на усвідомлення важливості заощадливого використання електроенергії з метою зменшення витрат сімейного бюджету; формування свідомості дотримання правил безпеки під час роботи з електричними приладами й пристроями.

9 клас

Розділ 1. МАГНІТНІ ЯВИЩА

Вивчаючи цей розділ потрібно розглянути ситуативні вправи і задачі на вплив магнітних полів; правила безпеки при експлуатації побутових приладів, електродвигунів тощо.

Розділ 2. СВІТЛОВІ ЯВИЩА

Вивчаючи цей розділ потрібно розглянути ситуативні вправи і задачі на профілактику захворювань органів зору, значення зору в житті людини та толерантне поводження і допомога людям з вадами зору тощо.

Розділ 3. МЕХАНІЧНІ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ

Вивчаючи цей розділ потрібно розглянути ситуативні вправи і задачі на дотримання безпеки життєдіяльності і гігієни слуху; значення звуків у житті людини та толерантне поводження і допомога людям з вадами слуху; вплив, захист та значення для розвитку суспільства сучасних засобів зв'язку тощо.

Розділ 4. ФІЗИКА АТОМА ТА АТОМНОГО ЯДРА. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Вивчаючи цей розділ потрібно розглянути ситуативні вправи і задачі на переваги і недоліки використання ядерної енергії, розвиток атомної енергетики України, проблеми Чорнобиля, впливи атомної енергетики на екологію, захист від впливу радіоактивного випромінювання тощо.

Розділ 5. РУХ І ВЗАЄМОДІЯ. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ

Вивчаючи цей розділ потрібно розглянути ситуативні вправи і задачі на безпеку руху, інформація про досягнення України в освоєнні космосу, гігієну опорно-рухового апарату, толерантне поводження і допомогу людям з вадами опорно-рухового апарату тощо.

ФІЗИКА Й ЕКОЛОГІЯ

Фізика і проблеми безпеки життєдіяльності людини. Фізичні основи бережливого природокористування та збереження енергії. Альтернативні джерела енергії.

2.2. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ЯК СКЛАДОВА МЕТОДИКИ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Методологічною основою формування сучасного змісту навчання фізики в 7—9-х класах є посилення його цільової та компетентнісної спрямованості, а важливою умовою реалізації — створення та впровадження методичної системи компетентнісно орієнтованого навчання, яка забезпечувала б становлення складників ключових та предметної компетентностей.

Цільовий, змістовий, процесуально-діяльнісний, результативно-діагностувальний компоненти розробленої системи пов'язані між собою, кожний із них впливає на наступний і визначає його зміст. Цільовий — містить розмаїття цілей — від головної мети компетентнісно орієнтованого навчання до конкретних завдань розвитку потреб, інтересів, цінностей, досвіду навчально-пізнавальної діяльності учнів. Змістовий — подано компетентнісно орієнтованими проблемами, що

розв'язуються засобами базового курсу фізики. У процесуально-діяль-нісному — відображено взаємодію вчителя й учнів, їхню співпрацю, організацію й управління процесом формування компетентностей. Результативно-діагностувальний компонент містить критерії, показ-ники, рівні сформованості та очікувані результати.

Оскільки цільовий компонент визначає навчальні орієнтири для відповідного рівня шкільної фізичної освіти, основою цілепокладан-ня базового курсу має стати конкретизація на рівні цільових настан-ов компонентів предметної (відповідні знання, уміння, навички й ціннісні орієнтації) та ключових компетентностей (комунікативної, математичної, інформаційно-цифрової, екологічної грамотності й здорового способу життя).

Функціональність процесуального складника методики навчання реалізується шляхом організації такої навчальної діяльності, у процесі якої зусилля її суб'єктів спрямовано на створення умов формування відповідних компетентностей, забезпечення можливостей самостійної роботи, набуття навичок розв'язувати якісні й кількісні фізичні зада-чі, планувати та проводити експеримент, здійснювати самоконтроль.

Домінуючим компонентом методичної системи навчання фізики в гімназії є розв'язування задач різних типів, які можна ефективно ви-користовувати на всіх його етапах як метод засвоєння, закріплення, перевірки й контролю теоретичних знань, засіб набуття практичних умінь (експериментування, конструювання, моделювання), навичок професійного самовизначення, реалізації принципу політехнізму, еко-логічного й економічного виховання. Розв'язуючи подібні задачі, учні здобувають знання, необхідні для успішного навчання в профільній школі, закладах вищої освіти фізико-математичного, природничого й технологічного спрямування.

Розв'язування компетентнісно орієнтованих задач сприяє засвоєн-ню знань про стан навколишнього середовища, сферу застосування фізичних законів, розумінню органічної єдності людини та приро-ди, цілісності наукової картини світу, етапів пізнавальної діяльності, формуванню фізичних понять, використанню здобутих знань під час дослідження різноманітних природних явищ і процесів, практичного застосування відповідних законів і закономірностей у технічних при-строях, на виробництві, різних сферах життєдіяльності людини, вияв-ленню ставлення до ролі фізичних знань у житті людини, суспільному розвитку, техніці, становленні сучасних технологій.

Оскільки розв'язування задач є одним із засобів формування ком-петентностей, то потрібно акцентувати увагу учнів на аналізі якісної

сторони фізичних явищ, властивостей тіл, речовини, процесів, розкривати їх сутність, висувати та обґрунтовувати гіпотези. Розв'язування фізичних задач є також «...засобом усвідомлення й засвоєння досліджуваних понять, явищ і закономірностей, створення проблемних ситуацій, методом вдосконалення знань і способом формування логіко-аналітичних умінь, встановлення зв'язку курсу фізики з життєвими явищами і виробничими процесами» [11; 161].

Задачний підхід у навчанні — важлива складова змістового і процесуального вивчення фізики та оптимальна форма зовнішнього незалежного оцінювання. Його провідним положенням є твердження, що майже вся навчальна діяльність може бути представлена як певна система пізнавальних завдань (Г. Балл, В. Давидов, Ю. Машбиць, Л. Фрідман та ін.) [1, 7, 14].

Методика формування компетентностей засобами фізичних задач розроблена з метою організації відповідної навчально-пізнавальної діяльності учнів. Виокремимо її основні етапи — постановка й розв'язування компетентісно орієнтованої задачі. На першому етапі здійснюється мотивація практичної діяльності учнів, на другому — розроблення алгоритму та безпосереднє розв'язування.

На етапі визначення й постановки компетентісно орієнтованої задачі учні усвідомлюють власні діяльнісні та знаннєві навчально-пізнавальні проблеми, виокремлюють практичні задачі, здійснюють аналіз реальної ситуації. Результатом діяльності учнів є мотивація до навчання, виявлення набутих фізичних знань та способів діяльності. Роль учителя полягає в доборі й постановці компетентісно орієнтованої задачі, трансформуванні педагогічної проблемної ситуації в навчальну, що сприяє формуванню внутрішніх мотивів, виникненню стану усвідомленого протиріччя між знанням і незнанням, володінням і не володінням відповідним способом діяльності, вирішенням якого є розв'язання навчальної задачі.

На етапі розв'язування — формуються уміння застосовувати набуті знання, аналізується зміст практичної діяльності, оцінюється її продуктивність шляхом зіставлення результатів навчання із поставленою метою. Розв'язування компетентісно орієнтованих задач сприяє не лише розвитку мотивів навчання фізики, а й усвідомленню значущості, корисності відповідної діяльності та її засобів, що підвищує рівень сформованості компетентностей учнів.

Задачний підхід у навчально-виховному процесі гімназії потребує переорієнтації методики навчання від розгляду окремо взятої фізичної задачі до дослідження і використання їх локальної системи

(практикуму), зміну її статичного характеру як гносеологічного конструкту на динамічний (застосування генетичного підходу до задачної ситуації), комплексний підхід до етапів розв'язування, перехід від формалізованих до логіко-психологічних операторів розв'язку в мисленнєвій діяльності учнів, структурування систем задач за дидактичними принципами диференційованого, профільного й компетентнісно орієнтованого навчання.

З метою організації навчального процесу на основі застосування задачного підходу у кожному розділі базового курсу фізики створено систему спеціальних рівневих задач, зміст яких відповідає конкретному профілю і є цікавим та доступним учням, розроблено відповідні методи і способи їх розв'язування, побудовано навчальну діяльність у формі постановки і розв'язування навчально-пізнавальних задач компетентнісного спрямування.

Доведено, що такий підхід дає змогу максимально наблизити питання фізичної науки до сфери інтересів учнів, проілюструвати на конкретних прикладах впровадження теоретичних фізичних знань в обраній ними галузі, підтвердити універсальність фундаментальних законів природи, застосувати єдиний підхід до тлумачення наскрізних понять (енергія, маса, рівноважний стан, оборотні й необоротні процеси тощо).

Учні гімназії засвоюють саме поняття «задача», усвідомлюють значення задач в житті, науці, техніці, вчать класифікувати та складати їх. На уроках вони вивчають різні методи розв'язування фізичних задач: вибір системи відліку, віртуальних переміщень, дзеркальних відображень, моделювання та інші. Під час розв'язування особлива увага надається послідовності виконання дій, аналізу фізичного явища, обґрунтуванню отриманого результату. Учні вчать використовувати задачі, які пов'язані з їхніми професійними інтересами та міжпредметного змісту. У процесі розв'язування систематично здійснюються світоглядні та методологічні узагальнення, враховуються потреби суспільства, знання історії фізики, значення математичних перетворень та ін.

Успішне розв'язування задач потребує як конкретних, так й узагальнених знань, умінь і навичок учнів. Основу узагальнених знань становлять фундаментальні поняття методологічного характеру, серед яких: фізичні «явище», «закон», «система», «модель», «величина», «взаємодія», «ідеальні об'єкти й процеси», «стан фізичної системи» тощо. Провідне значення у системі знань відіграє поняття «фізичне явище».

На основі системи фундаментальних понять сформулюємо означення компетентнісно орієнтованої задачі як фізичного явища, у якому невідомі певні зв'язки й величини і яка розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій та експерименту з урахуванням законів фізики.

Компетентнісно орієнтована — це навчально-пізнавальна задача, максимально наближена за змістом до життєдіяльності людини й містить практико-орієнтовану проблему (професійну, побутову), розв'язання якої потребує набуття школярами необхідних суб'єктивно нових знань та відповідних умінь і навичок. Розв'язуючи подібні задачі, учні опановують узагальнені способи діяльності (методи пізнання навколишньої дійсності), на основі яких самостійно здобувають фізичні знання й застосовують їх для розв'язання конкретних практичних проблем. Зміст компетентнісно орієнтованої задачі має забезпечити цілісний цикл навчально-пізнавальної діяльності, що розпочинається з її визначення й закінчується розв'язанням. Тому вона, як правило, сприяє створенню проблемних ситуацій двох видів: перший — усвідомлення учнем того, що в його суб'єктному досвіді відсутній потрібний спосіб розв'язання (діяльнісна проблема); другий — усвідомлення того, що в нього недостатньо знань для розв'язання поставленої задачі.

Розв'язування такої задачі полягає у відновленні й відшуванні невідомих величин. Якщо в її умові відображено певне фізичне явище (або їх сукупність), то потрібно не лише мати уявлення про нього (конкретні знання), а й уміти аналізувати і застосовувати узагальнені знання. Аналіз розпочинається з вибору фізичної системи й завершується складанням кінцевої кількості рівнянь, що передбачає поділ процесу розв'язування поставленої задачі на такі етапи: фізичний (складання замкненої системи рівнянь), математичний (одержання розв'язку в загальному й числовому вигляді), аналіз вірогідності результату й можливості встановлення зв'язків між знаннями та реальною ситуацією, відображеною в умові, готовність і здатність вирішення нових життєвих проблем.

Розв'язування будь-якої задачі пов'язане з дослідженням стану відповідної фізичної системи, об'єкти і процеси якої характеризуються певними параметрами й величинами. Якщо система складається з одного елемента, то її механічний стан визначається координатами і складовими імпульсу.

Процес зміни положення або стану системи називається фізичним явищем. Під час його аналізу з'ясовуються властивості ідеальних

об'єктів, способи й результати взаємодії. Будь-яке фізичне явище характеризується зміною взаємопов'язаних величин і параметрів, що відображається в певному фізичному законі.

Навчання розв'язувати компетентісно орієнтовані задачі означає оволодіння учнями знаннями про різні способи їх представлення (текстовий, графічний, експериментальний тощо), технології розв'язування, вміннями відбирати пошукові, творчі та дослідницькі задачі, добирати систему задач з метою контролю й коригування знань.

Їх контролююча функція визначається встановленням рівнів навченості, здібності до самостійної діяльності, сформованості пізнавальних інтересів. Завдяки розв'язуванню задач в учня формується певна спеціально-предметна компетентність, зокрема: розуміння найважливіших фізичних теорій, здатність вивчати (досліджувати) певну модель природних явищ і процесів логічними методами (мисленнєвий експеримент), генерування нових ідей, створення ідеалізованих об'єктів під час вивчення фізичної системи, становлення наукової культури, здатність до аналізу і синтезу, вміння використовувати математичні й обчислювальні технології, готовність застосовувати знання на практиці, навчатися самостійно, усвідомлювати значущість отриманих результатів.

У педагогічній практиці розроблено загальний алгоритм розв'язування різних типів компетентісно орієнтованих фізичних задач: 1) вивчення умови та з'ясування змісту нових термінів і виразів; 2) короткий запис, виконання потрібних малюнків, схем, графіків (фізичні величини мають бути виражені у Міжнародній системі одиниць (СИ)); 3) аналіз умови задачі, у процесі якого з'ясовується її фізична сутність, встановлюються фізичні явища, процеси, стани системи та закони й закономірності, потрібні для розв'язку; 4) складання плану розв'язування; 5) вираження зв'язків між невідомими й відомими величинами у вигляді формул; 6) розв'язування системи рівнянь відносно невідомого; 7) обчислення шуканої величини; 8) аналіз одержаних результатів; 9) пошук і аналіз інших шляхів розв'язування [6; 28].

Орієнтовну структуру процесу розв'язування фізичної задачі подано у вигляді схеми (рис. 1).

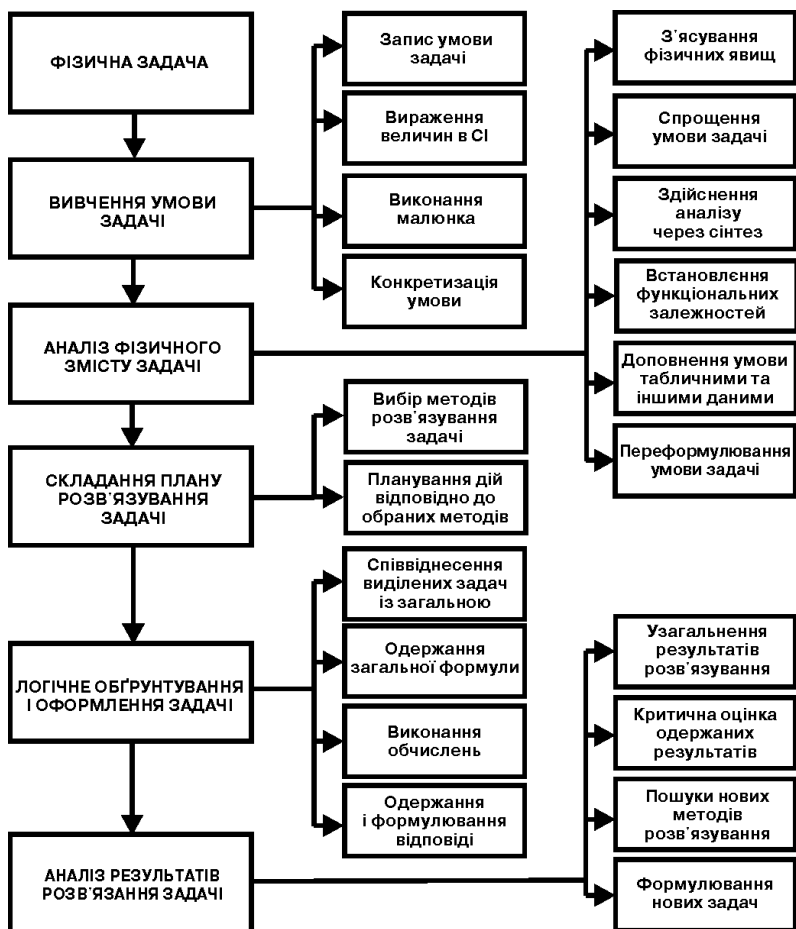


Рис. 1. Узагальнена схема розв'язування фізичної задачі

Залежно від виду мисленнєвих операцій, розрізняють аналітичний, синтетичний та аналітико-синтетичний способи розв'язування компетентісно орієнтованих фізичних задач.

Аналітичний — полягає в поділі складної задачі на простіші. Розв'язування розпочинається із встановлення закономірностей, що дають змогу знайти безпосередню відповідь на запитання задачі. Кінцева розрахункова формула утворюється шляхом синтезу окремих фізичних закономірностей. Завдяки аналізу учень осмислює умову складної задачі, розкладаючи її на частини, кожна з яких досліджується окремо.

Синтетичний — полягає в послідовному виявленні зв'язків вихідних величин з іншими, поки не одержимо рівняння з невідомою величиною.

На відміну від аналітичного способу, синтетичний передбачає розв'язування, виходячи з вихідних величин.

Аналітико-синтетичний — у «чистому вигляді» аналітичний і синтетичний способи майже не застосовуються. Під час розв'язування задач використовують, як правило, загальний аналітико-синтетичний.

Будь-який метод розв'язання задачі передбачає фізичний, математичний та дослідницький етапи. У кожній з них відображено певне фізичне явище або їх сукупність. Аналіз її фізичного змісту дає змогу встановити, які закономірності потрібно використати під час розв'язування, і яких числових величин недостатньо. На математичному етапі — встановлюються відношення між величинами та здійснюється обчислення невідомих. На завершальному — досліджується результат та перевіряється його вірогідність (рис. 2).

Моделювання — «ядро» системи методів розв'язування фізичних задач, тому що застосовується на всіх етапах — від усвідомлення умови, де вихідною моделлю є ілюстрація фізичної ситуації — до отримання результату. Під час розв'язування задач, зазвичай, використовують кілька методів. Тому загальнонауковий метод моделювання використовують інколи як спосіб або засіб [10].

Вибір системи відліку. З метою описання будь-якого руху обов'язково вибирають певну систему відліку. Розрізняють інерціальні (ICB), відносно яких тіла, за відсутності дії сил або у випадку рівності нулю рівнодійної, рухаються рівномірно й прямолінійно або залишаються в стані спокою, та неінерціальні системи відліку (NIB), що рухаються з прискоренням відносно інерціальних. Ефективний вибір системи відліку здійснюється внаслідок систематичної, цілеспрямованої діяльності учня під час виконання певного типу завдань.



Рис. 2. Етапи розв'язування компетентнісно орієнтованих задач з фізики

Графічний метод передбачає використання графіків для опису і пояснення природних процесів та закономірностей і є могутнім засобом розв'язування фізичних задач. Використання графів сприяє наочному та глибшому усвідомленню учнями фізичного процесу, навчає виражати функціональну залежність аналітично, дає змогу уявити умову задачі, а також її розв'язок.

Метод інверсії ґрунтується на властивостях рівнозначних процесів, які можна здійснювати у зворотному напрямку, повторивши всі проміжні стани прямого. Застосування методу інверсії дає змогу розв'язати задачу, звівши її до вже відомої.

Векторно-координатний спосіб розв'язування задач називають координатним і вважають основним алгоритмом розв'язування задач, поданих у розділі «Динаміка». Виконують малюнок, на якому позначають сили, що діють на тіло, записують другий закон Ньютона у векторній формі, вибирають систему відліку, проектують сили на координатні осі й знаходять невідому величину, розв'язуючи систему отриманих рівнянь.

Векторно-геометричний спосіб розв'язування задач. Значну частину задач з механіки, електростатики, геометричної оптики розв'язують, використовуючи векторно-геометричний спосіб. Сутність його полягає в тому, що перехід від векторних рівнянь до скалярних здійснюється на основі застосування знань із геометрії: правил додавання векторів, властивостей геометричних фігур, співвідношень між сторонами і кутами прямокутного трикутника, теореми Піфагора, ознак подібності та рівності трикутників, теореми косинусів і синусів тощо. Виконують малюнок, де позначають сили, що діють на тіло, записують другий закон Ньютона у векторній формі, виконують дії над векторами, використовуючи правила їх додавання, переходять до скалярних величин, використовуючи властивості геометричних фігур, і отримують невідому величину.

Метод оцінок. Оцінка фізичної величини полягає у визначенні її порядку або в порівнянні однорідних величин. Під час визначення порядку фізичної величини її складові записують у стандартному вигляді й оцінюють порядок кожної з них, орієнтуючись на найвищий. Якщо величина має порядок на дві одиниці нижче найвищого, то її не беруть до уваги.

Під час розв'язування задач із статички учнів ознайомлюють з методом **трикутника Стевіна**: за умови рівноваги тіл, що знаходяться на похилих площинах, їх маси відносяться як довжини похилих площин, що перетинаються горизонтальною лінією; три сили, що діють на одну точку, перебувають у рівновазі за умови, коли вони паралельні й пропорційні відповідним сторонам трикутника.

Метод можливих переміщень (Лагранжа). Згідно цього методу для рівноваги механічної системи з ідеальними зв'язками необхідно й достат-

ньо, щоб сума робіт, прикладених до системи активних сил на будь-якому з можливих переміщень, дорівнювала нулю. Сили реакції не враховуються.

Метод розмірностей. Під розмірністю фізичної величини розуміють вираз, що відображає її зв'язок з основними величинами СІ, при коефіцієнті пропорційності, рівному одиниці. Для використання цього методу під час розв'язування фізичних задач дотримуються таких правил: розмірність довільної фізичної величини визначається добутком позначень основних величин, піднесених у відповідні степені; додавати і віднімати можна лише величини однакової розмірності.

Метод векторних діаграм — є досить наочним засобом для розв'язування фізичних задач з теми «Механічні коливання та хвилі». Сутність його полягає в тому, що амплітуду A й початкову фазу j результуючого коливання знаходять шляхом додавання векторів. Довжина кожного дорівнює амплітуді відповідного коливання, а кут, утворений вектором із віссю OX , — початковій фазі. Величини A і j визначаються довжиною результуючого вектора та величиною кута нахилу до осі OX .

Як свідчить практика, ознайомлення учнів з різними способами розв'язування фізичних задач дає змогу використовувати евристичні методи в навчальному процесі, що сприяє розвитку дивергентного мислення учнів, глибшому розумінню фізики як науки, підвищує рівень їх знань.

Залежно від рівня складності математичного апарату виокремлюють такі способи розв'язування задач, як арифметичний, алгебраїчний та геометричний.

Арифметичний — передбачає поетапне розв'язування із застосуванням математичних дій або тотожних перетворень виразів із фізичними величинами без складання рівнянь. **Алгебраїчний** — ґрунтується на використанні фізичних формул для складання рівнянь, із яких визначається шукана фізична величина. **Геометричний** — полягає в застосуванні геометричних властивостей фігур і тригонометричних залежностей між їхніми елементами.

Розв'язування конкретної задачі потребує застосування відповідного закону. Наприклад, задачі з розділу «Рух і взаємодія. Закони збереження» розв'язуються з використанням законів Ньютона, що передбачає виконання певного алгоритму.

У законі збереження імпульсу пов'язані початкові й кінцеві значення імпульсів тіл під дією внутрішніх сил замкненої системи. До класу задач, розв'язування яких потребує застосування цього закону, належать переважно такі, в яких досліджується розрив цілого на частини (об'єднання кількох тіл), удар або рух одного тіла по поверхні іншого. Розв'язуючи їх, варто дотримуватися наступних правил:

1. З'ясувати чи дана система тіл замкнена. Якщо їх імпульси під час короткочасної взаємодії (удар, вибух) змінюються швидко, то її можна прийняти за нескінченно малу величину, що дає змогу застосовувати закон збереження навіть тоді, коли на систему діють зовнішні сили! Їх імпульс за нетривалий час не впливає на швидкість руху тіл. Так, досліджуючи особливості механічного руху на поверхні Землі, не враховується дія сил тяжіння й опору повітря. Подібне припущення рівносильне тому, що в незамкнених системах внутрішні сили значно перевищують зовнішні і зміна імпульсу тіл обумовлена лише їх дією. У процесі швидкоплинної взаємодії швидкості тіл змінюються миттєво.
2. Накреслити схему, на якій зображено вектори початкового й кінцевого імпульсів тіл.
3. Вибрати прямокутну систему координат і спроектувати на осі Ox і Oy вектори імпульсу кожного тіла. Осі координат зручно спрямувати так, щоб більшість проекцій імпульсів була рівна нулю й принаймні вздовж однієї із них система була замкненою. Тоді, коли вектори $\mathbf{p}$ спрямовані вздовж однієї прямої і зовнішні сили відсутні або їх результуюча дія рівна нулю, слід визначати проекції імпульсів усіх тіл лише на одну вісь.
4. Скласти рівняння закону збереження імпульсу в проекціях на осі Ox і Oy . Якщо напрям вектору $\mathbf{p}$ співпадає з додатним напрямком координатної осі або утворює з нею гострий кут, то проекція імпульсу додатна, якщо ні — від'ємна.
5. Потім потрібно записати числові значення вхідних даних, визначити кількість невідомих і, використовуючи формули кінематики, розв'язати одержану систему рівнянь відносно шуканої величини. Зазначимо, що швидкості тіл розглядаються відносно нерухомої системи відліку, пов'язаної із Землею. Якщо відомо швидкість одного тіла відносно іншого, то її абсолютне значення можна обчислити як геометричну суму відносної і переносної швидкостей.

Використовуючи рівняння закону збереження і перетворення енергії $W = W_k + W_p$, розв'язується значна кількість задач класичної механіки. Воно поряд із формулами законів Ньютона й збереження імпульсу утворює повну систему рівнянь, що описують досліджуване явище. Важливо використовувати закон збереження енергії під час розв'язування задач, де: а) відомо різні механічні стани або положення тіла в просторі під час рівнозмінного руху; б) розглядаються два фізичні стани тіла (системи) в процесі нерівномірного руху.

У законі збереження енергії пов'язані характеристики початкового й кінцевого положення системи взаємодіючих тіл, що дає змогу спростити розв'язування значної кількості задач. Узагальнений алгоритм їх розв'язування можна представити так:

1. Накреслити схему і записати формулу закону збереження і перетворення енергії: $A = W_2 - W_1$.

- Визначити перший і другий стани даного тіла (системи). Ними зазвичай слугують початкове й кінцеве положення рухомого тіла.
- Вибрати нульовий рівень відліку потенціальної енергії. Його приймають довільно, але зручніше вибрати або найнижче положення тіла, або те, на яке воно потрапляє, переходячи з одного стану в інший. Якщо потенціальна енергія тіла або їх системи не змінюється, то її не враховують.
- Зобразити зовнішні сили, що діють на тіло в довільній точці траєкторії, і визначити кінематичні величини v і h , які характеризують механічний стан тіла (системи) в першому і другому положеннях.
- Використовуючи формули $A = \vec{F} \vec{s} \cos \alpha$; $W_k = \frac{mv^2}{2}$; $W_n = mgh$ скласти вирази для обчислення роботи зовнішніх сил і повної механічної енергії тіла (системи) в положеннях I і II — представити роботу A як функцію модулів сили $\vec{F}$ і переміщення $\vec{s}$ ($A = f(F, s)$), а енергії W_1 и W_2 як функції швидкостей v і відстаней h . Підставивши ці вирази в початкове рівняння закону збереження енергії, знайдемо невідому величину. Якщо невідомих виявляється більше одного, то до складеного долучають основне рівняння динаміки матеріальної точки та закону збереження імпульсу або формули кінематики. Одержимо систему рівнянь, розв'язавши яку визначимо шукану величину.

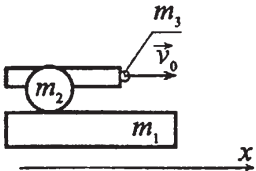
Загальні зауваження до розв'язування фізичних задач такого типу.

Задача 1. Людина масою $m_1 = 60 \text{ кг}$ біжить із швидкістю $v_1 = 8 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ й застрибує на візок масою $m_2 = 80 \text{ кг}$, який рухається із швидкістю $v_2 = 2,9 \frac{\text{км}}{\text{год}}$. З якою швидкістю u рухатиметься візок, якщо людина біжить в тому ж напрямку? Назустріч?

Дано: $m_1 = 60 \text{ кг}$ $m_2 = 80 \text{ кг}$	Розв'язок Система «людина — візок» — замкнена. а) Людина наздоганяє візок. За законом збереження імпульсу: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u$, звідки; б) Людина біжить назустріч візку. За законом збереження імпульсу $m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u'$, звідки.
$u - ?$; $u' - ?$	

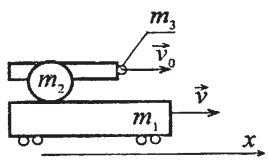
Відповідь: а) $u = 5,14 \text{ км/год} = 1,43 \text{ м/с}$; б) $u' = 1,71 \text{ км/год} = 0,475 \text{ м/с}$.

Задача 2. На рейках розташовано нерухому платформу масою $m_1 = 10 \text{ т}$, на ній закріплено гармату масою $m_2 = 5 \text{ т}$, з якої здійснено постріл уздовж рейок. Маса снаряда становить $m_3 = 100 \text{ кг}$, його початкова швидкість відносно гармати —. Знайдіть швидкість платформи u відразу після пострілу, якщо: а) платформа нерухома; б) рухається із швидкістю $v = 18 \frac{\text{км}}{\text{год}}$, а постріл здійснено в напрямку її руху; в) протилежно руху.

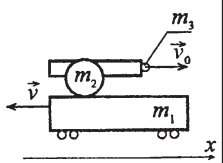
Дано: $m_1 = 10 \text{ т} = 1 \cdot 10^4 \text{ кг}$ $m_2 = 5 \text{ т} = 5 \cdot 10^3 \text{ кг}$ $m_3 = 100 \text{ кг} = 1 \cdot 10^2 \text{ кг}$	Розв'язок а) Якщо платформа нерухома, то початкова швидкість снаряда відносно Землі становить v_0 . Система «платформа – гармата – снаряд» (рис 1. До задачі) є замкнутою за умови, якщо силою тертя кочення можна знехтувати.
$u = ?$	 Рис 1. До задачі

Тоді проекції імпульсів системи тіл на вісь Ox до й після пострілу відповідно рівні: $p_x = (m_1 + m_2 + m_3)v_x = 0$, тому що $v_x = 0$.
 $p_x = m_3 \cdot v_0 + (m_1 + m_2)u$. За законом збереження імпульсу маємо:
 $p_x = p'_x$, або $m_3 \cdot v_0 + (m_1 + m_2)u = 0$. Звідки знаходимо $u = -\frac{m_3 \cdot v_0}{(m_1 + m_2)}$;
Знак «—» означає, що платформа рухається протилежно руху снаряда.

б) Якщо постріл здійснено в напрямку руху платформи (рис. 2. До задачі), то початкова швидкість снаряда відносно Землі рівна $v_0 + v$.

 Рис 2. До задачі	За законом збереження імпульсу маємо: $(m_1 + m_2 + m_3)v = m_3(v_0 + v) + (m_1 + m_2)u$. Звідки: $u = \frac{(m_1 + m_2 + m_3)v - m_3(v_0 + v)}{m_1 + m_2}$;
--	--

в) Якщо постріл здійснено протилежно руху платформи (рис. 3. До задачі), то при $v_0 > 0$ маємо $v < 0$.

 Рис 3. До задачі	Тоді $-(m_1 + m_2 + m_3)v = m_3(v_0 - v) + (m_1 + m_2)u$. Звідки: $u = -\frac{(m_1 + m_2 + m_3)v + m_3(v_0 - v)}{m_1 + m_2}$; Відповідь: а) $u = -12 \text{ км/год} = -3,33 \text{ м/с}$; б) $u = 6 \text{ км/год} = 1,67 \text{ м/с}$
---	---

Знання різних способів розв'язування компетентнісно орієнтованих задач сприяє ефективному формуванню фізичних понять, різнобічному

й глибокому усвідомленню змісту навчального матеріалу, набуттю практичних умінь і навичок застосовувати фізичні закони та закономірності, створює умови для формування компетентностей учнів.

Один із суттєвих напрямів підвищення ефективності розв'язування фізичних задач полягає в удосконаленні організації навчальної діяльності. Важливо надавати увагу не стільки розв'язанню значної кількості задач, скільки формуванню узагальнених способів дій.

Зважаючи на те, що спільною ознакою всіх задач є пошук їх розв'язку, важливо оволодівати діями, які становлять зміст методу розв'язування. Частковий метод, засвоєний під час вивчення певного розділу базового курсу фізики, узагальнюється й успішно застосовується в інших дидактичних умовах.

Задачний підхід до формування ключових і предметної компетентностей дає змогу розвивати пізнавальні інтереси, відповідний стиль мислення, інтелектуальні й пошуково-творчі здібності, активізувати навчально-пізнавальну діяльність школярів, ознайомлювати їх з методами наукового дослідження [12].

У процесі розв'язування задач розвиваються навички застосування набутих теоретичних знань на практиці, коригуються недоліки й прогалини у сприйнятій теоретичній інформації, закріплюються в пам'яті основні фізичні закони та принципи, підвищується мотивація навчання, активізується пізнавальна діяльність учнів, розвиваються вміння аналізувати перебіг природних явищ, узагальнювати відомості про них, творчо мислити тощо.

У структурі компетентностей учнів гімназії в процесі розв'язування задач виокремлено такі взаємопов'язані компоненти: мотиваційно-ціннісний — навчально-пізнавальні потреби й мотиви (інтереси, цінності); когнітивний — уявлення учнів про практико-орієнтовані проблеми, що розв'язуються засобами фізики; діяльнісний — практичні уміння й навички; особистісний — цілеспрямований процес розвитку вмінь мобілізувати власний суб'єктний досвід для розв'язання задач.

На основі аналізу навчального матеріалу базового курсу фізики здійснено класифікацію задач компетентнісного характеру за змістом — конкретні, абстрактні, міжпредметні, прикладні, історичні, тематичні; дидактичними цілями — тренувальні, контролюючі, дослідницькі, творчі; способом подання умови — текстові, графічні, завдання-малюнки, завдання-досліди; рівнем складності — прості, складні, комбіновані; вимогою — знаходження невідомого, доведення, конструювання; характером і методом дослідження — обчислювальні, якісні, експериментальні, дослідницькі (рис. 3).



Рис. 3. Класифікація фізичних задач

Розглянуту класифікацію задач не можна вважати повною, адже одна й та ж задача може належати до різних груп. Оскільки компетентісно орієнтовані задачі бувають кількісними і якісними, абстрактними й конкретними, з виробничим або історичним змістом, то це дає змогу використовувати їх в будь-якому навчальному модулі.

Розглянемо два способи знаходження невідомих величин. Експериментальний — передбачає дослідне визначення невідомих і теоретичний — аналіз явища на основі відповідних фізичних законів. Якщо, наприклад, у результаті аналізу складено замкнуту систему рівнянь, що є свідченням високого рівня теоретичної підготовки учня, то задача розв'язується першим способом.

На основі цих способів розв'язування здійснено таку класифікацію компетентісно орієнтованих задач: експериментальні — якщо для її розв'язання здійснюються вимірювання; теоретичні — дослідження фізичного явища (або їх сукупності) з відомими й невідомими величинами, у процесі якого не проводяться ніякі вимірювання.

Класифікація теоретичних задач — ті, що ставляться й розв'язуються людиною, і ті, в яких відображено певне явище. За першою — поділимо задачі на непоставлені й поставлені. Непоставленою назвемо таку

задачу, де не забезпечено сукупність необхідних даних (за винятком табличних величин) або не здійснено її ідеалізацію.

У поставленій задачі не лише забезпечено повноту величин і їхніх значень, а й здійснено процес ідеалізації. Тому поставлена — це певна «препарована» задача, що завжди має розв'язок. За загальною ознакою поставлені задачі поділяють на класичні й квантові. Кожну таку задачу за частковими ознаками співвідносять до відповідного типу. Якщо аналіз фізичної системи дає змогу визначити тип задачі, які ідеальні об'єкти й процеси в ній відображено, причинно-наслідкові зв'язки тощо, то її належність до непоставленої або поставленої іноді можна встановити лише після розв'язання.

Кожне природне явище характеризується сукупністю фізичних величин, пов'язаних між собою певними законами. Визначення таких величин складає зміст основної задачі, розв'язання якої полягає у знаходженні стану відповідної системи.

За характером і методом дослідження розрізняють якісні й кількісні фізичні задачі. Розв'язування якісних задач не передбачає використання математичного апарату. У кількісних — здійснюються математичні перетворення й обчислення. Залежно від рівня математичного апарату виокремлюють арифметичний, алгебричний і геометричний способи розв'язування обчислювальних задач.

Обчислювальні — розв'язуються під час вивчення навчального матеріалу, що містить числові відношення й залежності між величинами (закони кінематики, динаміки, збереження енергії, постійного струму тощо) з метою з'ясування й усвідомлення фізичного змісту відповідних явищ і процесів.

Якісні — це задачі, розв'язання яких не потребує обчислень. Застосування таких задач сприяє розвитку мовлення учнів, формуванню вмінь чітко, логічно й лаконічно висловлювати думку, «оживляє» виклад навчального матеріалу, підвищує пізнавальну активність учнів. Такі задачі не обтяжені математичними обчисленнями, побудовою графіків, використанням складного обладнання тощо, є близькими та зрозумілими учням за змістом, тому сприяють формуванню позитивної мотивації до вивчення фізики і мають значні можливості для інтелектуального розвитку. Оскільки у змісті якісних задач відображено конкретні природні, побутові, виробничі явища та процеси, то вони дають змогу в доступній формі продемонструвати застосування фізичних законів і закономірностей на практиці. Подібні задачі є критерієм якості та глибини засвоєння теоретичних знань, усвідомлення навчального матеріалу тощо. Під час розв'язування якісних задач власний досвід учня має надзвичайно важ-

ливе значення, тому що зміст кожної задачі пов'язаний з природними, побутовими та виробничими процесами і явищами. Автори багатьох збірників задач з фізики обґрунтовують необхідність використання якісних задач з метою «повного засвоєння теорії», «практичного її застосування», «розвитку розуму і кмітливості учнів» [4, 13].

Графічні — дають змогу наочно й доступно відображати функціональні залежності між величинами, що характеризують фізичні процеси в природі й техніці (вивчення різних видів механічного руху, газових законів тощо). Деякі фізичні закономірності спочатку можна представити лише графічно, а потім виразити аналітично (робота змінної сили).

Оволодіння графічним методом розв'язування фізичних задач є невід'ємною складовою формування компетентностей. Цей метод ефективно використовується в навчальному процесі, має вагомий потенціал у контексті політехнічної освіти і професійної орієнтації школярів, дає змогу забезпечити виконання державних вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів та підвищити інтерес учнів до навчання. У навчально-виховному процесі з фізики графічний метод використовується як засіб ілюстрації, розкриття і розуміння суті та усвідомлення характеру функціональних залежностей між фізичними величинами, з метою екстраполяції одержаних результатів, спрощення окремих розрахунків, активізації пізнавальної діяльності учнів, узагальнення і систематизації знань.

З метою розвитку творчих здібностей учнів та їхнього розумового потенціалу важливою формою роботи є складання подібних за фізичним змістом задач, наприклад обернених. Особливу увагу надається розв'язуванню нестандартних задач, адже навички дослідницької роботи є основою пізнання навколишнього світу. Проблему використання винахідницьких, дослідницьких та конструкторських задач у навчальному процесі розглянуто у працях А. Давиденка, Ю. Жука, Г. Касьянкової та ін. Учені дають означення винахідницьким задачам, класифікують їх за методом розв'язування, рівнем винаходу й розвитку творчої уяви [5].

Дослідницькі — це задачі, предметом вивчення яких є фізичні явища, процеси, факти й відповідні моделі. Розв'язання таких задач потребує застосування загальних методів наукових досліджень. Здійснимо класифікацію компетентісно орієнтованих дослідницьких задач: дослідження побудованих моделей, відмінностей між ідеальними моделями та їхніми реальними прообразами (об'єктами, явищами, процесами); розроблення моделі проведення експерименту; формулювання висновків; висунення та перевірка гіпотез; добір засобів вимірювання тощо [2].

Експериментальні — це задачі, початкові дані яких отримують з досліду. Перевага таких задач полягає в тому, що їх не можна розв'язати

лише формально, без усвідомлення сутності певного фізичного процесу. Зауважимо, що під час розв'язування експериментальної задачі або задачі-спостереження вдосконалюються навички застосування методів наукових досліджень, наприклад, техніка здійснення вимірювань фізичних величин.

Методика формування компетентностей учнів гімназії засобами фізичних задач потребує комплексної й об'єктивної діагностики впродовж процесу навчання. На підставі аналізу методології порівняльних досліджень, зарубіжних та вітчизняних науково-методичних джерел встановлено, що отримання об'єктивних показників якості компетентісно орієнтованого навчання залишається дискусійним питанням педагогіки в цілому та методики навчання фізики зокрема. Педагогами-дослідниками активно використовується показник сформованості змістово-процесуального компонента компетентності учнів як характеристика рівня становлення компетентності з фізики в цілому.

Складність створення вимірювального інструментарію сформованості компетентностей у процесі розв'язування фізичних задач визначається тим, що компетентність розглядається як певна інтегрована характеристика особистості. Одні автори виокремлюють її складові і для них встановлюють відповідні критерії, інші — виділяють складові компетентностей як критерії.

З урахуванням внутрішньої структури компетентності визначимо такі критерії її сформованості: мотиваційний — свідчить про ставлення та стійкий позитивний інтерес учнів гімназії до вивчення фізики, прагнення до самоосвіти та самовиховання; когнітивний — характеризує рівень теоретичної підготовки, вміння застосовувати знання в процесі розв'язування задач та здійснення практичної діяльності; діяльнісний — свідчить про рівень сформованості навчальних знань, умінь та навичок у процесі навчання; особистісний — характеризує внутрішні та індивідуальні якості учнів стосовно виконання певного виду діяльності.

Показниками когнітивного критерію є розподіл учнів за рівнями навчальних досягнень, якістю, гнучкістю та міцністю знань, діяльнісного — уміння розв'язувати та складати фізичні задачі компетентісно орієнтованого спрямування, особистісного — розвиток розумових здібностей, уміння працювати в колективі, досвід емоційно-ціннісного ставлення до природи, людини і суспільства.

Одним із важливих елементів розробленої методики є оцінка навчальних досягнень учнів. Недоліками традиційного підходу є переважна орієнтація контрольно-оцінних засобів і дій на перевірку репродуктивного рівня засвоєння фактологічних знань й алгоритмічних умінь. Орієнтація

освіти на формування ключових і предметної компетенстей впливає на комплексну оцінку й контроль результатів навчання. Здійснюється переорієнтація системи контролю на оцінювання готовності учнів застосовувати отримані знання й уміння в різних життєвих ситуаціях.

Визначальним показником оцінювання вміння розв'язувати компетентнісно орієнтовані задачі є їх складність, яка залежить від: 1) кількості правильних, послідовних, логічних кроків та операцій, здійснюваних учнем (здатність усвідомити умову задачі, записати її у скороченому вигляді, накреслити схему або малюнок, виявити, яких даних не вистачає в умові та знайти їх у таблицях чи довідниках, виразити величини в одиницях СІ, записати формулу знаходження шуканої величини, виконати математичні дії й операції, здійснити обчислення числових значень невідомих величин, проаналізувати й побудувати графіки, скористатися методом розмірностей для перевірки правильності розв'язку, оцінити вірогідність одержаного результату); 2) раціональності вибраного способу розв'язування; 3) типу завдання (комбінованого, типового (за алгоритмом) або нестандартного) (табл. 1)

Таблиця 1

Критерії оцінювання навченості розв'язувати компетентнісно орієнтовані фізичні задачі

Уміння	Рівень пізнавальної діяльності	Характер завдань
Розпізнавати фізичні явища і процеси в умові задачі, встановлювати їх відповідність певним теоріям, законам і закономірностям фізики як науки	Розпізнання (початковий, низький)	Якісні
Розв'язувати задачі (за зразком, алгоритмом, інструкцією)	Репродуктивний (середній)	Обчислювальні
Знаходити помилки в умові задачі	Конструктивний (достатній)	Експериментальні
Змінювати умову, логічну структуру задачі		
Добирати і складати компетентнісно орієнтовані фізичні задачі		
Здійснювати логіко-математичні операції	Творчий (високий)	Дослідницькі
Конструювати фізичні задачі різної структури		
Розв'язувати творчі й дослідницькі задачі		
Застосовувати алгоритми розв'язування в нових дидактичних умовах		

На основі розроблених критеріїв визначаємо рівні сформованості компетентностей учнів гімназії у процесі розв'язування фізичних задач: початковий (1—3 бали) — учень розпізнає фізичні явища і процеси, розрізняє фізичні величини, одиниці їх вимірювання, розв'язує задачі за допомогою вчителя лише на відтворення основних формул, здійснює найпростіші математичні операції; середній (4—6 балів) — розв'язує типові задачі (за зразком, алгоритмом, інструкцією), виявляє здатність обґрунтовувати деякі логічні дії за допомогою вчителя; достатній (7—9 балів) — знаходить помилки в умові задачі, змінює її логічну структуру, самостійно розв'язує типові задачі й виконує вправи, обґрунтовуючи вибраний спосіб розв'язку; високий (10—12 балів) — будує різні логічні конструкції, самостійно розв'язує творчі й дослідницькі задачі.

Отже, компетентність учнів з фізики — це особистісна якість, психологічна готовність впевнено, самостійно і відповідально застосовувати засвоєні теоретичні знання в різних сферах життєдіяльності, успішно продовжувати вивчення фізики в професійно-технічних або закладах вищої освіти. Формування ключових і предметної компетентності з фізики впливає на розвиток наукового світогляду й мислення учнів, а також набуття науково-природничої, математичної, інформаційно-комунікаційної, громадянської, загальнокультурної і здоров'язбережувальної компетентностей.

На сучасному етапі розвитку освіти можна стверджувати про взаємозв'язок і інтеграцію задачного й компетентісного підходів у навчанні. Узагальнена технологія розв'язування і складання навчально-пізнавальних задач повноправно належить до актуальних компетентісно орієнтованих технологій. Постановка і розв'язування педагогічних і навчально-пізнавальних задач слугує технологічною основою цілісного і якісного дидактичного процесу.

Головним за компетентісного підходу постає розкриття сутності предметного змісту на рівні готовності застосовувати здобуті знання, вміння, досвід пізнавальної діяльності й набуті цінності у вирішенні різноманітних життєво важливих завдань. Переорієнтація на з'ясування готовності практично використовувати набуті знання впливає на комплексну оцінку й контроль результатів навчання, визначення рівнів сформованості компетентностей учнів під час розв'язування задач.

Література

1. Балл, Г.А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект / Г.А. Балл. — М.: Педагогика, 1990. — 184 с.
2. Галатюк Ю.М., Рибалко А.В. Впровадження системи дослідницьких задач в курсі фізики середньої школи / Ю.М. Галатюк, А.В. Рибалко // Сучасні тех-

-
- нології в науці та освіті: збірник наукових праць. В 3-ох томах. — Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2003. — Т 2. — С. 49—55.
3. Головка М.В., Непорожня Л.В., Коваль В.С., Мельник Ю.С., Сіпій В.В. Фізика. Підручник для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів / М.В. Головка, Л.В. Непорожня, В.В. Коваль, Ю.С. Мельник, В.В. Сіпій. — Київ: Видавничий дім «Сам». — 2017. — 322 с.
 4. Демкович А.П., Демкович Л.П. Сборник задач по физике для 8—10 классов средней школы / А.П. Демкович, Л.П. Демкович // Пособие для учащихся. — 5-е изд.: перераб. — М.: Просвещение, 1981. — 206 с.
 5. Жук Ю.О. Розв'язування дослідницьких задач з фізики із застосуванням нових інформаційних технологій / Ю.О. Жук // Наук.-метод. зб.: Проблеми освіти. — Вип. 6. — Київ, 1996, — С.57—63.
 6. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе. Книга для учителя, Москва, Россия: Просвещение, 1987. — 336 с.
 7. Машбиць Ю.І. Основи нових інформаційних технологій навчання: Посібник для вчителів / Ю.І. Машбиць, М.І. Жалдак, О.О. Гокунь [та ін.]. — К.: ІЗМН, 1997. — 264 с.
 8. Мельник Ю.С. Задачі прикладного змісту з фізики у старшій школі / Ю.С. Мельник // Навчально-методичний посібник. — К.: Педагогічна думка, 2013. — 120 с.
 9. Мельник Ю.С., Сіпій В.В. Формування предметної компетентності старшокласників у процесі навчання фізики. / Ю.С. Мельник, В.В. Сіпій. — К:ТОВ «КОНВІ ПРИНТ», 2018. — 136 с.
 10. Методика преподавания физики в 8—10 классах средней школы. Ч. 1. Пособие для учителя, В.П. Орехова, А.В. Усова, Ред., Москва, Россия: Просвещение, 1980. — 320 с.
 11. Муравський С.А. Формування предметної компетентності студентів у процесі розв'язування фізичних задач / С.А. Муравський // Збірник наукових праць: Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія. Серія педагогічна. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець Подільський національний університет імені Івана Огієнка. — 2011. — Вип. 17: — С. 159—161.
 12. Павленко А.І. Теоретичні основи методики навчання учнів складанню і розв'язуванню фізичних задач у середній школі: дис. доктора пед. наук: спец. 13.00.02 «теорія і методика навчання фізики» / Анатолій Іванович Павленко К.: Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, 1997. — 447 с.
 13. Римкевич А.П. Збірник задач з фізики для 8—10 кл. середньої школи / А.П. Римкевич // Посібник. — 8-е вид., перероб. — К.: Рад. шк., 1987. — 176 с.
 14. Фридман, Л.М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач / Л.М. Фридман. — Москва: Педагогика, 1977. — 208 с.

2.3. МЕТОДИКА РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОПЕДЕВТИКИ АСТРОНОМІЧНОГО СКЛАДНИКА ЗМІСТУ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ «ПРИРОДОЗНАВСТВО» В БАЗОВОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

Краса зоряного неба і його явищ, таємниці Всесвіту, про які буквально щодня сповіщають засоби масової інформації, як і досягнення астрономії в розкритті цих таємниць, — усе це сприяло тому, що інтерес до астрономії нині є доволі високим серед широкого кола людей незалежно від віку та рівня освіти. Космос, як і завжди раніше, є суттєвим чинником, що впливає на пізнавальну активність людини та її емоційний стан.

Це, суто інтуїтивне для багатьох, «відчуття Всесвіту» спонукає як батьків, так і освітян залучати астрономічну інформацію до навчально-виховного процесу якомога раніше. Нині перші елементи астрономічного знання діти отримують у дитячому садку та початковій школі.

Водночас в системі загальної середньої освіти України систематизований навчальний курс астрономії традиційно «відкладали» до випускного класу старшої школи. Навіть після запровадження у 2019 році навчального предмета «Фізика і астрономія», астрономічний матеріал знову залишився у підручниках для 11 класу.

У базовій школі астрономічні знання певною мірою систематизовано подано тільки в навчальному предметі «Природознавство». За змістом вони елементарні й фактологічні. Для першого ознайомлення з темою космосу їх достатньо. Натомість цілком очевидно, що їх явно не достатньо для формування в учнів базової школи основ астрономії. Зважаючи на їхнє подальше диференційоване навчання в старших класах загальноосвітньої школи чи інших типах середніх навчальних закладів, великий відсоток учнів не здобудуть важливі для них знання.

Зважаючи на нинішню практику викладання астрономії в загальноосвітній середній школі на часі розгляд питання системності та цілісності в організації навчання цьому предмету. Інакше розрізненість та неузгодженість у вивченні астрономічного матеріалу призведе до того, що рівень астрономічних знань випускників шкіл й надалі залишатиметься на низькому рівні.

Найоптимальніший варіант — запровадження окремого курсу астрономії в 9 класі чи, принаймні, навчального предмета «Фізика і астрономія» в 7—9 класі базової школи. Допоки цього не сталося — нагальним завданням є пропедевтика астрономічних знань в базовій школі. Найчастіше для цієї мети обирають навчальний предмет «Фізика».

Зважаючи на цілі навчання астрономії в загальноосвітній школі (їх наведено в нині чинних навчальних програмах з об'єднаного курсу «Фізика

і астрономія» та окремого курсу «Астрономія»), завданнями пропедевтики астрономічних знань є формування і розвиток в учня:

- цілісної системи знань про Всесвіт — предметної компетентності;
- загальнокультурної компетентності учня через опанування астрономічними знаннями, що увійшли до світової культури;
- наукового світогляду через опанування методів наукового пізнання та навчального матеріалу астрономічного змісту;
- пізнавальної діяльності у процесі вивчення навчального матеріалу астрономічного змісту.

Якщо розглядати курс фізики основної школи з огляду пропедевтики астрономічних знань, то є цілком слушним запитання: навіщо це робити саме в курсі фізики та якого результату потрібно досягти, додаючи до його змісту астрономічний компонент. Отже, існує проблема на рівні мети (цілей) навчання як фізики, так і астрономії.

Вітчизняна педагогічна наука, на наш погляд, приділяє мало уваги вивченню проблеми як загалом пропедевтики астрономічних знань в курсі фізики основної школи, так і зокрема засобами сучасного підручника фізики. Майже відсутні публікації на цю тему, а отже, немає фахової дискусії із цього питання. Щоправда Т. М. Богдан [1] запропонувала методику поетапного формування системи фундаментальних астрономічних знань у курсі фізики від 7-го до випускного класу, але нам невідомі приклади її використання на практиці. Водночас зарубіжні науковці активно досліджують цю проблему [2]. Аналіз наукових публікацій, присвячених питанню пропедевтики астрономічних знань в курсі фізики вказує: його вирішення спирається на ідею про те, що фізика — це основа для розуміння формування, будови та еволюції всіх об'єктів у Всесвіті, а також пояснення астрономічних явищ.

Курс фізики основної школи, як і сама фізика, самодостатній. Чому ж тоді постає завдання викладу астрономічних знань в курсі фізики 7—9 класів? Може тому, що астрономія є частиною фізики, як вважають окремі науковці? Мабуть, ні. Причини в іншому, і їх декілька. Найперша та, що цього потребує сам курс фізики. Інша, не менш важлива причина, — завдання пропедевтики астрономічних знань у курсі фізики основної школи.

Пропедевтика астрономічних знань в курсі фізики основної школи не лише можлива, але й потрібна на нинішньому етапі розвитку вітчизняної освіти. Така пропедевтика спрямована як на вирішення завдань навчання фізики, так і астрономії.

Основне призначення астрономічної інформації в курсі фізики: ілюструвати дію фізичних законів на прикладі астрономічних явищ та об'єк-

тів; спонукати учнів до підвищення пізнавальної активності; сприяти формуванню в учнів цілісного уявлення про явища і процеси в природі; формувати науково-природничу картину світу та науковий світогляд.

Вивчення фундаментальних закономірностей нашого світу не уявити без використання фізичних законів. Традиційно підручники фізики містять приклади з техніки та повсякденного життя людини. Але цим не обмежується дія законів фізики. Зокрема, інтерпретація результатів астрономічних спостережень з метою з'ясування природи небесних об'єктів і явищ вимагають застосування законів фізики.

Можна знехтувати прикладами з астрономії в курсі фізики, але астрономічна інформація є важливою не лише, як ілюстрація фізичних законів. Адже вона є суттєвою складовою науково-природничої картини світу, а також наукового світогляду. Ще одна обставина — пізнавальний інтерес, без якого годі уявити повноцінний процес навчання фізики. Астрономічна інформація, подана методично грамотно, зазвичай стимулює інтерес учнів до навчання загалом і до пізнання конкретних фізичних закономірностей, що проявляють себе в тому чи іншому астрономічному об'єкті чи явищі. Завдяки такій інформації, вчитель може досягати високої мотивації активної навчальної діяльності учнів.

Зважаючи на це, основне призначення астрономічної інформації в курсі фізики з огляду цілей і завдань навчання фізиці:

- ілюструвати дію фізичних законів на прикладі конкретних астрономічних явищ та об'єктів;
- спонукати учнів до підвищення пізнавальної активності;
- сприяти формуванню в учнів цілісного уявлення про явища і процеси в природі;
- формувати науково-природничу картину світу та науковий світогляд.

Водночас основне призначення астрономічної інформації в курсі фізики з огляду цілей і завдань навчання астрономії:

- пропедевтика астрономії;
- формування в учнів базових астрономічних знань;
- заохочення учнів до самостійного, додаткового вивчення астрономічного матеріалу;
- формування в учнів елементів астрономічної культури.

Аналіз навчальної програми «Фізика 7—9 класи» дав нам змогу виділити ті елементи фізичного знання, які варто доповнити астрономічною інформацією. Її можна подати в складі основного навчального матеріалу, або як додатковий навчальний матеріал чи, навіть, в розділі «Це цікаво знати». Перелік астрономічної інформації, який ми пропонува-

ли включити до змісту курсу фізики основної школи подано в табл. 1. Зрозуміло, що її конкретний зміст, обсяги та форми подачі мають бути темою окремого розгляду.

Таблиця 1

**Перелік астрономічної інформації в змісті
курсу фізики основної школи**

№п/п	Розділ навчальної програми	Астрономічна інформація
7 клас		
1	Розділ 1. Фізика як природнича наука. Методи наукового пізнання	Взаємозв'язки і взаємодія фізики та астрономії в процесі їх розвитку. Астрофізика. Використання фізичного знання в астрономії.
2	Розділ 2. Механічний рух	Рух та періоди обертання планет Сонячної системи. Сонце, як тіло відліку для такого руху.
3	Розділ 3. Взаємодія тіл. Сила	Умови існування зір (рівновага сили тяжіння та сили газового тиску). Сила тяжіння на космічних об'єктах (планети і зорі). Вага тіла людини на Місяці. Невагомість в космічному просторі.
4	Розділ 4. Механічна робота та енергія	Кінетична енергія небесних тіл. Астероїдна небезпека для Землі.
8 клас		
5	Розділ 1. Теплові явища	Температури небесних тіл (від майже абсолютного нуля до мільйонів і мільярдів К). Агрегатні стани речовини у Всесвіті (співвідношення між твердими та газовими небесними тілами).
6	Розділ 2. Електричні явища. Електричний струм	«Космічна» електрика. Боротьба з статичними електричними зарядами на космічних апаратах.
9 клас		
7	Розділ 1. Магнітні явища	Роль магнітного поля в астрономічних явищах та об'єктах (сонячна активність, пульсари тощо). Магнітосфера Землі як результат наявності магнітного поля у нашої планети. Її значення для життя на Землі. Магнітосфери на інших планетах Сонячної системи.

8	Розділ 2. Світлові явища	Небесні тіла — джерела світла. Світло від Сонця — основа життя на Землі. Залежність умов перебігу сонячного та місячного затемнень від прямолінійного поширення світла. Спектри небесних тіл. Зорова труба — найпростіший телескоп.
9	Навчальний проект	Складання найпростішого телескопа з лінз
10	Розділ 3. Механічні та електромагнітні хвилі	Електромагнітне поле і електромагнітні хвилі як одне з основних джерел інформації про фізичні умови у Всесвіті. Спостереження небесних об'єктів в різних діапазонах шкали електромагнітних хвиль. Радіолокація тіл Сонячної системи.
11	Розділ 4. Фізика атома та атомного ядра. Фізичні основи атомної енергетики	Термоядерні реакції. Енергія Сонця й зір.
12	Розділ 5. Рух і взаємодія. Закони збереження в механіці	Небесна механіка, її розвиток і вплив на фізичне знання.
13	Навчальні проекти	1. Людина і Всесвіт. 4. Україна — космічна держава.
Узагальнювальні заняття		
14	Фізика та екологія	Сонячне випромінювання та його вплив на живі організми. Сонячна енергетика.
15	Еволюція фізичної картини світу	Наукова картина світу. Приклади застосування астрономічних знань у фізиці.
16	Екскурсії	Екскурсія в астрономічну обсерваторію та участь у спостереженнях Сонця чи Місяця.

Способів подачі зазначеного в таблиці 1 матеріалу, які може використати вчитель, працюючи з одним із чинних нині підручників фізики для 7 — 9 класів, декілька. Найперший — використовувати астрономічну інформацію, як основну чи додаткову, для ілюстрації дії фізичних законів на прикладі конкретних астрономічних явищ та об'єктів.

У підручнику [3] таку інформацію містить основний навчальний матеріал (про рух Землі та планет навколо Сонця, про густини речовини

небесних тіл), а також її подано в рубриці «Це цікаво знати» (Земля і Сонце — тіла відліку для механічного руху в космічному просторі).

Нижче наведено докладніший опис астрономічної інформації згідно з питаннями, що викладено в таблиці у правій колонці, та методичні поради щодо її використання у процесі навчання фізики.

Взаємозв'язки і взаємодія фізики та астрономії у процесі їх розвитку. Астрофізика. Використання фізичного знання в астрономії.

Фізика і *астрономія* споріднені науки. Астрономія тривалий час вивчала лише видимий рух та взаємні розміщення світил на зоряному небі (ці дослідження своєю суттю є астрометричними і тому найдавніший розділ астрономії названо *астрометрія*). На основі таких спостережень було створено важливі для життя людини речі, наприклад, календарі, а також розроблено методи орієнтації на поверхні Землі. Це, зокрема, суттєво сприяло розвитку мореплавства.

На цей внесок астрономії у практичну діяльність людини доцільно звернути увагу учнів, адже усі вони інформацію про час, календарі та засоби орієнтації у просторі сприймають з огляду сучасного технічного стану людства. Але так було не завжди й що важливо за певних умов (катастрофи, непередбачені катаклізми тощо) може трапитися й в наш час.

Спостереження за рухом планет Сонячної системи дозволили встановити закони їхнього руху, що лягли в основу законів класичної механіки, відкритих І. Ньютоном. Такий розвиток астрономії привів до виникнення окремого її розділу — *небесної механіки*.

Тут доцільно звернути увагу учнів на те, що людина намагалася з'ясувати закономірності природи, тобто встановити фізичні закони, спираючись на спостережні факти. Пошуки Й. Кеплером законів руху планет — яскравий цьому приклад.

Однак природа небесних тіл залишалася таємницею допоки фізика не розробила методів пізнання, що дали змогу астрономам визначати фізичні характеристики астрономічних об'єктів. Застосування таких методів в астрономії привело до виникнення *астрофізики*.

Астрофізика суттєво розширила можливості астрономії вивчати небесні тіла. Адже, окрім визначення положень, рухів і відстаней до найближчих з них, з'явилася можливість вивчати їхні фізичні властивості. Доречно нагадати учням слова філософа Огюста Конта про те, що ми ніколи не зможемо нічого дізнатися про зорі. Але, як з'ясувалося, людський розум здатен пізнавати те, що на перше око здається принципово непізнаваним. (О. Конт вважав такими зорі, бо вони лежать на величезних відстанях від Землі).

З появою астрофізики фактично фізика як наука вийшла за межі Землі. Це дало змогу, окрім нового суто фізичного знання, встановити важливий світоглядний факт — доступний для наших спостережень Всесвіт «живе» за тими ж законами фізики, що й наша планета. Так було встановлено фізичну єдність об'єктів земного і космічного походження. Зверніть увагу учнів на те, що це усвідомлення стало не лише суттєвим кроком у розвитку науки, але й важливим чинником, який докорінно змінив картину світу й світогляд людини.

Нині астрономія використовує усі відомі фізичні закони для дослідження небесних тіл і нашого Всесвіту як цілого. Натомість фізика завдяки астрономії отримала змогу досліджувати матерію за таких фізичних умов, які неможливо створити в земних лабораторіях.

Внесок астрономії у процес пізнання загалом та стимулювання нею нових напрямків пошуку істини в цьому процесі важко переоцінити. Можна наводити багато прикладів. Ми радимо звернути увагу на висловлюванні двох науковців. Олександр Гурштейн — відомий історик астрономії — зауважив: «Сучасні вчені не часто згадують про те, що саме в галузі астрономії народилися наукові вимірювання (визначення календарних дат по фазах Місяця) і були споруджені перші наукові прилади (гномон для визначення часу доби, години)» [4]. О. Койре, французький філософ, висловив схожу думку майже афористично: «потрібно визнати як факт, що сучасна фізика мала свій пролог та епілог в астрономії» [5].

Звернімо увагу ще й на таке. Часто зустрічаємо вислів, що астрономія є однією з найдавніших чи навіть найдавнішою наукою нашої цивілізації. Це твердження не вигадка астрономів, а констатація реальних фактів з історії людства. Ви можете, як доказ, навести учням багато прикладів, зокрема ось ці слова видатного математика і фізика Анрі Пуанкаре: «Це астрономія насамперед відкрила нам існування законів. Халдеї, які раніше від інших народів стали дивитися на небо з деякою увагою, помітили, що ця безліч світних цятко є не розсіяним натовпом, який блукає по волі випадку, а дисциплінованою армією. Без сумніву, законів цієї дисципліни вони не розуміли, але гармонії зоряної ночі було досить для того, щоб дати їм враження впорядкованості, і вже це було дуже суттєво. Гіппарх, Птолемей, Коперник, Кеплер розклали цю впорядкованість на окремі елементи, і, зрештою, майже зайве згадувати, як Ньютон висловив найстаріший, найточніший, найпростіший, найзагальніший з усіх законів природи» [6].

Справді, астрономія розробила й випробувала на практиці методи вимірювань та обробки їх результатів. Згадаймо перше вимірювання радіуса земної кулі, виконане в Стародавній Греції Ератосфеном, чи ба-

гаторічні вимірювання Т. Браге положень Марса на небесній сфері. Без цих вимірювань, виконаних з високою для тієї епохи точністю, було б неможливо встановити закони Кеплера, які відіграли істотну роль у формуванні класичної механіки. Доречно згадати також про те, що астрономічні спостереження викликали одну з перших дискусій про точність вимірювань, важливу з погляду методології науки. Ідеться про суперечку між Я. Гевелієм і Р. Гуком у питанні переваги астрономічних спостережень неозброєним оком і за допомогою телескопів.

Астрономія стала каталізатором наукової революції XVII ст. Діяльність Дж. Бруно, Й. Кеплера, Г. Галілея з метою спонукати європейське суспільство визнати геліоцентричну систему світу М. Коперника зрештою привела до формування нового типу науки. На той час астрономія мала багатовікову традицію функціонування обсерваторій — своєрідних наукових центрів, які фактично стали зразком для формування академій — особливої форми організації науки Нового часу.

Хоча найяскравішим прикладом застосуванням фізичних методів дослідження до астрономічних об'єктів є астрофізика, однак це не означає, що астрономія тепер зведена до астрофізики. Ні, астрометрія й небесна механіка — ці класичні розділи астрономії — здобули «нове дихання» з початком космічної ери. Небесна механіка, наприклад, стала теоретичним фундаментом управління польотами космічних апаратів і спонукала появу нового напрямку вивчення гравітаційного поля і внутрішньої будови Землі — космічної геодезії. Виник новий розділ астрономії — геодинаміка. Як і раніше, широке коло актуальних проблем створення просторово-часової координатної системи вирішує астрометрія. На стику астрономії й наук про Землю виникла й бурхливо розвивається порівняльна планетологія. Вивчення джерел зоряної енергії стимулювало розвиток ядерної фізики і пошуків шляхів промислового використання термоядерної енергії. Проблеми походження хімічних елементів і їхня еволюція у Всесвіті спонукали появу астрохімії. А освоєння всього діапазону електромагнітних хвиль привело астрономію до нових відкриттів фундаментального значення, багато з яких ще вимагають свого пояснення і ставлять питання не тільки перед астрономією, але і перед фізикою. Зокрема після відкриття прискореного розширення Всесвіту й визнання ідеї про відповідальність за це темної енергії. Космологія, завданням якої є побудова теорії походження нашого всесвіту як цілого, вимагає об'єднання фундаментальних фізичних теорій — квантової механіки і загальної теорії відносності. Саме на цьому шляху слід очікувати відкриттів, здатних розкрити найважливіші властивості простору, часу і енергії.

Нині розвиток астрономії відбувається нестримними темпами. Його буде підкріплено невдовзі якісно новими телескопами як наземного, так і космічного базування, що стануть до ладу в найближче десятиліття. На тлі цього взаємодія астрономії з іншими науками, зокрема з фізикою, а також з біологією (пошуки життя у Всесвіті) та низкою технічних дисциплін буде зростати. Істотно зростає внесок астрономії у пізнання фундаментальних властивостей матерії, в наукову картину світу, в сучасну культуру.

Астрономія, одна з тих наук, що здобувають фундаментальні знання про довкілля, своїми дослідженням властивостей і законів Всесвіту, які лежать в основі технологічного розвитку людства, зокрема, освоєння космічного простору, спричиняє відчутний вплив і на соціальний прогрес загалом.

Упродовж багатьох історичних епох астрономія вплітала свої наукові здобутки в полотно культури всіх народів світу. На її основі людина створювала картину світу, астрономічні знання були символом наукового прогресу. Так було, так є нині, і так буде в майбутньому.

Рух та періоди обертання планет Сонячної системи. Сонце, як тіло відліку для такого руху.

Земля і Сонце — тіла відліку для механічного руху в космічному просторі. Зверніть увагу учнів на те, що коли вони спостерігають зоряне небо, то їм годі позбутися особливого відчуття: всі зорі наче прикріплені до якоїсь поверхні, віддаленої від нас повсюди на однакову відстань. Доцільно також нагадати учням про стародавні уявлення про тверде небо, яке з усіх боків оточує Землю, і до якого прикріплені зорі. Не буде зайвим сказати й про те, що і нині, хоча це й дивно, є люди, які дотримуються такого уявлення. Тверде, в уявленні людей давнини, небо отримало назву *небесна сфера*. Насправді твердого неба не існує, а небесна сфера — явище позірне, тобто видиме лише нашою, людською, уявою.

Оскільки зі спостережень видно, що небесні світила обертається навколо Землі, то на підставі цього наші пращури зробили висновок — небесна сфера також обертається навколо нашої планети. Зверніть обов'язково увагу учнів на цей факт. Це приклад того, що люди інколи помиляються, намагаючись знайти пояснення природнім явищам. Справжню їх суть, як у прикладі з небесною сферою, здатна встановити тільки наука, наукові дослідження.

Коли ми спостерігаємо рух небесних світил навколо Землі, то наша планета для такого руху є точкою відліку. Хоча він є наслідком обертання Землі. Вона, як велетенська дзига, обертається навколо власної осі, а

нам здається, що навколо Землі обертається зоряне небо, а точніше — небесна сфера.

Земля є точкою відліку для руху Місяця — її природного супутника. Фази Місяця, тобто його видима форма, змінюються внаслідок просто-рорової зміни положення Місяця відносно Землі й Сонця. Для усіх штучних супутників, що обертаються навколо нашої планети, точкою відліку також є Земля.

Здавна людина помітила цікаву особливість: вигляд зоряного неба змінюється впродовж року. Причину цього явища не могли зрозуміти тривалий час (його, наприклад, неможливо пояснити обертанням Землі навколо осі). Пояснити відмінність вигляду зоряного неба в різні пори року люди змогли тільки тоді, коли зрозуміли, що Земля обертається навколо Сонця.

Внаслідок того, що Земля рухається навколо Сонця нам здається, що воно впродовж року зміщується по небесній сфері вздовж *екліптики*. Такий рух Сонця дає нам змогу бачити в різні пори року різні світила. Цікаво, що коли Місяць перетинає екліптику у повню, настає затемнення Місяця, а якщо у фазі нового Місяця — затемнення Сонця.

З вибором точки відліку для руху небесних тіл пов'язано питання *системи світу*. Якщо її центром є Земля, то таку систему світу називають *геоцентричною*, а якщо Сонце — *геліоцентричною*.

Видимий рух небесних світил та планет Сонячної системи. Внаслідок добового обертання небесної сфери кожне світило, описуючи на небі коло, двічі перетинає *небесний меридіан*. Ці моменти називають *кульмінацією* світила. У верхній кульмінації світило перебуває найвище, у нижній — найнижче над горизонтом чи навіть під ним. У кожній певній точці земної кулі небесні світила можуть сходити й заходити, або ніколи не заходити, або ніколи не сходити.

Для спостерігача на Північному полюсі Землі всі зорі Північної небесної півкулі не заходять, а зорі Південної небесної півкулі не сходять і навпаки. Для спостерігача на екваторі всі зорі обох небесних півкуль сходять і заходять. Отже, екватор Землі — єдине місце на нашій планеті, де можна спостерігати все зоряне небо (поміркуйте, впродовж якого часу це можна зробити).

Сонце й Місяць зміщуються серед зір у напрямку, протилежному до видимого добового обертання небесної сфери, а от деякі планети рухаються то проти добового обертання, то за ним. Рух проти добового обертання називають *прямим*, рух у напрямку добового обертання — *зворотним* або *назаднім*. При цьому планети описують петлі на зоряному небі.

За видимим рухом на небесній сфері планети поділяють на верхні й нижні. До нижніх відносять Меркурій і Венеру. Їх можна спостерігати лише вранці перед сходом Сонця у східній ділянці неба або увечері — в західній.

Видимі рухи Марса, Юпітера, Сатурна, Урана й Нептуна (верхні планети) бачимо інакше. З певного моменту верхня планета сходить дедалі раніше, ніж Сонце. Уповільнюючи рух відносно зір, верхня планета зупиняється, настає її стояння. Потім вона починає рухатись у зворотному напрямку зі зростаючою швидкістю, а її віддалення від Сонця збільшується. Коли воно досягає максимального значення, планета займає відносно Сонця точку протистояння. У цей час планета сходить близько моменту заходу Сонця, кульмінує опівночі й усю ніч перебуває над обрієм. Для її спостережень — це найсприятливіший період.

Видимі рухи планет Сонячної системи на небесній сфері ми спостерігаємо тоді, коли точкою відліку є Земля. Насправді планети рухаються не навколо Землі, а навколо Сонця. Геліоцентрична система світу, яку розробив М. Коперник, правильно відображає принцип будови Сонячної системи, проте не пояснює закони руху планет. Встановив ці закони Йоганн Кеплер на підставі точних спостережень планети Марс, які впродовж багатьох років виконував відомий данський астроном Тіхо Браге. Тривалі пошуки протягом 1600—1609 рр. дали змогу встановити три закони руху планет, які називають законами Кеплера. Вони справедливі не лише для планет, а й для їхніх супутників, як природних, так і штучних.

Умови існування зір (рівновага сили тяжіння та сили газового тиску). Сила тяжіння на космічних об'єктах (планети і зорі). Вага тіла людини на Місяці. Невагомість в космічному просторі.

Умова існування зір. Зорі, які ми маємо змогу нині спостерігати на небі Землі, сяяли і 100, і 1000, і навіть більше років тому. Доказом цьому є, наприклад, незмінність в часі виразних фігур, які можна «намалювати» за допомогою зір на небесній сфері.

Фізичний параметр, від якого залежить час існування зорі, — це її маса. Від значення маси, умовно кажучи велика, середня чи мала, залежить і те, як довго зоря буде стабільним самосвітнім тілом. Зорі великої маси (у понад 10 разів масивніші, ніж Сонце) існують сотні й десятки мільйонів років. Натомість зорі з меншою масою, ніж у Сонця, живуть сотні мільярдів років, а то й більше. У зв'язку з цим виникає запитання, яке доцільно поставити перед учнями: «Чому зоря, що за своїм складом і будовою є газовою кулею, так довго перебуває в стабільному стані?».

Умовою існування Сонця та інших звичайних зір є рівновага двох сил — одна з яких спрямована до центра зорі, а друга — назовні. Перша

сила — сила тяжіння, яку визначає маса речовини зорі. Ця сила змушує газову кулю стискатися. Наприклад, гравітація Сонця могла б стиснути всю його речовину в точку за 30 хвилин, якби не протидія другої сили. Що це за сила? Виявляється нагрітий газ створює тиск. Він, намагаючись розширити газову кулю, і протидіє гравітації. Важливим є те, що гравітація і сила газового тиску мають бути однаковими у будь-якій точці зорі. Лише за такої умови зоря не розширюється і не стискається.

Сила тяжіння зростає в глиб зорі, бо зростає маса верхніх шарів. Це означає, що з глибиною має також підвищуватися температура газу щоб «тримати» в рівновазі гравітацію.

Астрономічні спостереження, а також математичні розрахунки показують, що, наприклад, діаметр Сонця майже незмінний, а температура в атмосфері Сонця становить майже 6000 К, тоді як в його ядрі — 15 мільйонів градусів.

Однак, скільки б часу не тривала рівновага сил гравітації і газового тиску в зорі, врешті решт перемога буде за силою тяжіння. Саме це є передумовою утворення таких небесних об'єктів як білі карлики, нейтронні зорі й чорні діри.

Сила тяжіння у Всесвіті. Закони Кеплера, відкриті з астрономічних спостережень, описують рух планет навколо Сонця. Однак вони не дають відповіді, чому планети рухаються саме так, а не інакше. Яка сила утримує їх на орбітах?

Щоб показати учням поступ наукової думки, зверніть увагу на те, що певні уявлення про цю загадкову силу можна було дізнатись аналізуючи закони Кеплера. Перші два з них вказали на те, що в будь-якій точці орбіти сила, що діє на планету, спрямована до Сонця. Третій закон Кеплера вказує на залежність сили, що діє на планету, від відстані до Сонця: вона обернено пропорційна квадрату цієї відстані.

Ісаак Ньютон, як відомо, з'ясував — сила, з якою Сонце притягує планети, — це сила тяжіння (гравітація), що діє між будь-якими тілами у Всесвіті. На Землі ми не помічаємо дії сили тяжіння нашої планети, хоча саме ця сила притягує до центру планети всі тіла, що перебувають на її поверхні. Водночас гравітація Місяця викликає океанічні припливи на Землі. Тільки спостерігаючи небесні тіла можна пересвідчитись, що гравітація впливає на існування усіх тіл у Всесвіті й самого Всесвіту як цілого. Вона визначає орбіти і форму планет, відіграє головну роль у формуванні, а також взаємодії зір і галактик. Від неї суттєво залежить загалом еволюція, тобто розвиток, нашого всесвіту.

Закон всесвітнього тяжіння наочно ілюструє різні явища природи, в яких гравітація відіграє важливу роль. За допомогою цього закону мож-

на не лише пояснити особливості руху, будови й еволюції небесних тіл, але і використати його для розрахунку траєкторій космічних апаратів, які людина запускає на орбіту Землі чи до інших тіл Сонячної системи.

Маси небесних тіл і прояви гравітації у Всесвіті. Головне тіло нашої планетної системи — Сонце. Воно утримує завдяки гравітації навколо себе великі й карликові *планети, астероїди і комети*. Але чому Сонце має таку силу тяжіння? Річ у тому, що в нього, як порівняти з іншими тілами Сонячної системи, дуже велика маса. У Сонці зосереджено 99,87% усієї маси нашої планетної системи!

З тієї малої частки, що залишилась, більше 99% маси припадає на планети-гіганти (Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун). Якщо врахувати масу планет земної групи (Меркурій, Венера, Земля, Марс), то для астероїдів і комет залишається дуже мало. Наприклад, маса всіх астероїдів, разом узятих, порівнянна з масою Землі. А комети, що інколи вражають землян своїм виглядом на зоряному небі, — це крижані брили малої маси поперечником у кілька десятків кілометрів. Проте не варто забувати, що навіть маломасивні небесні тіла становлять небезпеку для нас у разі їх падіння на поверхню Землі.

Вище ми вже говорили про те, що тривалість життя зорі визначає її маса. Що масивніша зоря, то швидше вона проходить усі етапи свого розвитку. Тобто масивні зорі старіють дуже швидко і закінчують своє існування потужним вибухом — спалахом Наднової, в результаті якого величезні хмари зоряної речовини потрапляють в міжзоряне середовище, утворюючи *туманності*.

Водночас внутрішня частина такої зорі стискається під дією сили тяжіння, що приводить до утворення або *нейтронної зорі*, або, якщо маса зорі була вдесятиро більшою, ніж маса Сонця, *чорної діри*. Утворення чорної діри зумовлене тим, що жодна сила не може протидіяти гравітації. Вона стискає усю речовину до такого стану, що утворюється небесне тіло, яке проявляє себе тільки у гравітаційній взаємодії. Прямо, тобто за допомогою телескопів, ми його спостерігати не можемо.

Вага тіла і невагомість у космічному просторі. Коли говоримо про вагу тіла, то розуміємо силу, з якою воно тисне на опору під дією гравітації, наприклад, сили тяжіння Землі. Оскільки вага тіла залежить від сили тяжіння, а сила тяжіння — від маси тіла, що її створює, то на тілах різної маси вага одного й того самого тіла буде різною. У цьому прямо пересвідчилися американські астронавти, які в кінці 60-х — початку 70-х років XX ст. побували на Місяці.

Отже, що масивніше тіло, на якому перебуває, наприклад, людина, то більшою буде її вага. І навпаки. На уявній малій планеті діаметром 6 км ваша вага становитиме не більше 30 г!

А якою буде вага тіла, що міститься на опорі, яка вільно падає? У цьому разі тіло не буде діяти на опору і, отже, його вага дорівнюватиме нулю. Такі явища спостерігають на космічних кораблях і орбітальних станціях, що обертаються навколо Землі. Космонавт і всі тіла всередині космічного корабля перебувають у вільному падінні до Землі й не діють на стінки корабля. Такий стан називають невагомістю («немає ваги», вага дорівнює нулю).

Відкриття планети на «кінчику пера». Планети рухаються навколо Сонця завдяки дії сонячної гравітації. Але окрім сили тяжіння Сонця, кожна з них «відчуває» гравітацію інших планет. Це приводить до збурень в русі планет і означає, що положення планети на зоряному небі, розраховане за відомими законами Кеплера, може не збігатися з тим, яке є реально.

Саме така історія трапилась у ХІХ столітті. На той час окрім відомих здавна п'яти планет (Меркурій, Венера, Марс, Юпітер і Сатурн) земляни вже знали про Уран. Його в 1781 р. за допомогою телескопа відкрив відомий астроном В. Гершель. Точні спостереження руху Урана з урахуванням збурень з боку усіх відомих на той час планет, виконані впродовж кількох десятків років, показали, що його орбіта помітно відхиляється від математично розрахованої. Перед небесною механікою, як строгою і точною теорією руху небесних тіл, постала проблема, що вимагала розв'язку.

Його запропонували два молодих науковця — математик У. Левер'є (Франція) і математик та астроном Дж. Адамс (Англія), висловивши припущення, що на Уран діє сила тяжіння ще невідомого небесного тіла. Вони майже одночасно обчислили *небесні координати* невідомого тіла, яке своєю гравітацією спричиняє відхилення руху Урана.

Адамс звернувся до своїх колег-астрономів з пропозицією організувати пошуки невідомого небесного об'єкта, але ті не поспішили виконувати його прохання. Натомість Левер'є звернувся листом з таким проханням до співробітника Берлінської астрономічної обсерваторії Й. Галле.

Листа в Берліні отримали 23 вересня 1846 р. Дочекавшись темряви Й. Галле та його помічник студент-практикант Г. д'Аррест направили телескоп у вказану Левер'є ділянку неба і виявили не позначену на *карті зоряного неба* цятку. Виконавши спостереження цього об'єкта впродовж кількох наступних ночей астрономи пересвідчились, що це нова планета Сонячної системи. За пропозицією У. Левер'є її назвали Нептун.

Кінетична енергія небесних тіл. Астероїдна небезпека для Землі.

Астероїдна небезпека для Землі. Внаслідок потрапляння *астероїда* чи *метеороїда* в атмосферу Землі відбувається перетворення його кінетичної енергії на світло (до 9%) і тепло. Енергія виділиться не залежно від того, випарується він в атмосфері чи розламається на шматки або долетить цілим до поверхні. Оскільки щільні шари атмосфери Землі досить тонкі, то при швидкості 20 км/с метеороїд пройде її за 1—2 секунди. Очевидно, при потраплянні в атмосферу під малим кутом, траєкторія руху тіла буде довшою, ніж у разі падіння під прямим кутом.

Перетворення кінетичної енергії астероїдів у теплову, внаслідок зіткнення такого небесного тіла із Землею, становить небезпеку як для мешканців окремого району, куди впаде космічний об'єкт, так і для нашої планети в цілому. Зауваживши цей факт, обов'язково коротко скажіть про те, як часто Землю бомбардують космічні тіла. Підкресліть, що хоча ймовірність зіткнення Землі з астероїдом великих розмірів чи кометою мала, та все ж таки вона не дорівнює нулю.

Середня ймовірність зіткнення Землі з космічним об'єктом, залежно від його поперечника, така: тіло діаметром 1 м — кілька разів на рік; 10 м — один раз на 100 років; 100 м — один раз на 500 років; 1 км — один раз на 10 мільйонів років. Тіло діаметром 5 — 10 км падає на Землю, ймовірно, однораз на 25 — 200 млн років, а понад 10 км — однораз на 500 мільйонів років.

За допомогою штучних супутників Землі на поверхні нашої планети відкрито численні *кратери* (їх називають *астроблеми*), що є наслідком бомбардування Землі космічними тілами в далекому минулому. Нині астроблеми приховані водами морів, льодовиками й рослинністю. Є такі кратери й на території України.

Дехто із вчених вважає, що масове зникнення динозаврів 65 млн років тому пов'язане з падінням на Землю великого астероїда, внаслідок чого на тривалий час змінився клімат і харчовий ланцюг цих тварин.

Спостереження Місяця за допомогою телескопа, дослідження Меркурія, Венери і Марса космічними апаратами вказують, що поверхні цих небесних тіл вкриті великою кількістю кратерів. Вони утворені в основному внаслідок падіння на них космічних тіл великої маси.

Згідно з грубими, тобто якісними оцінками, при зіткненні Землі з астероїдом чи ядром комети діаметром 50—100 метрів виділиться енергія, еквівалентна вибуху термоядерного заряду потужністю в кілька десятків мегатонн тротилового еквівалента. Науковці вважають, що таку енергію мав Тунгуський метеорит — вибух досі не з'ясованої природи, що тра-

пився в 1908 р. у Сибіру. Вибух такої сили призведе до повного руйнування всього на площі радіусом в кілька десятків кілометрів.

Падіння небесного тіла діаметром менше одного кілометра призведе до катастрофи регіонального масштабу, завдавши непоправної шкоди окремій державі на території якої відбудеться таке зіткнення. Якщо ж астероїд потрапить в акваторію світового океану, то це спричинить появу величезної цунамі, що змиє прибережні міста і поселення.

Глобальна, загальнопланетарна катастрофа, при якій загине практично вся біосфера Землі, відбудеться за умови, що наша планета зіткнеться з небесним тілом діаметром понад один кілометр.

Зважаючи на сказане вище, потенційно небезпечними для Землі космічними об'єктами вважають небесні тіла, орбіта яких пролягає на відстані 7,5 млн км, з розмірами (орієнтовно) від 30—50 м у поперечнику, падіння яких може спричинити катастрофу регіонального чи глобального масштабу.

Не зайвим буде звернути увагу учнів на те, що атмосфера Землі є бар'єром для *метеороїдів* діаметром до 10 метрів. Такі космічні тіла входять в атмосферу на швидкості понад 11,2 км/с (зазвичай швидкість становить 15—20 км/с). Взаємодія із зустрічним потоком повітря спричиняє їхнє нагрівання, і, як наслідок, руйнування на дрібні фрагменти, які далі зазнають плавлення і випаровування. Все це приводить до того, що більша частина речовини метеороїда згорає в атмосфері. До поверхні Землі долітають окремі дрібні (розміром не більше кількох десятків сантиметрів) залишки, якщо метеороїд був кам'яним.

Щоб убезпечити загрозу катастрофи, яку несе падіння крупного небесного тіла на поверхню Землі, астрономи нині активно розвивають системи спостереження за потенційно небезпечними космічними об'єктами та спільно з іншими науковцями розробляють методи уникнення зіткнення Землі з великим космічним тілом.

Температури небесних тіл (від майже абсолютного нуля до мільйонів і мільярдів К). Агрегатні стани речовини у Всесвіті (співвідношення між твердими та газовими небесними тілами).

Яка температура в Космосі? Запитання не складне, але потребує уточнення про те, що мають на увазі, коли говорять: «у Космосі». Йдеться про космічний простір чи про певні небесні тіла?

Якщо про небесні тіла, то пригадаймо, що вони є різної природи, наприклад, самосвітні зорі чи планети, що світять відбитим світлом. Будова цих тіл така, що температура речовини найвища в центрі тіла, а до поверхні вона спадає до якогось певного значення.

У нашій планетній системі найвища температура в центрі Сонця. Вона становить майже 15 млн кельвінів. Натомість поверхня Сонця має температуру майже 6000 К. Цікаво, що температура в ядрі Землі приблизно така, як і поверхні Сонця.

Якщо ви спостерігали уважно зорі на небі, то мабуть помітили, що вони мають різні кольори — червоні, жовті, сині й навіть білі. З'ясовано, що поверхня червоних зір має температуру понад 3 тисячі, а білих — кілька десятків тисяч кельвінів. Як бачите, можна доволі просто, нехай і доволі грубо, визначати температуру зір за їхнім забарвленням.

У деяких особливих зір (білих карликів, нейтронних) температура ще вища. Але такі зорі ми можемо бачити тільки за допомогою телескопів.

Більшість тіл Сонячної системи мають низькі температури, адже ці об'єкти лежать на великих відстанях від Сонця, яке є джерелом тепла. Проте дивно: найхолодніше не на далекому Плутоні (карликова планета, що міститься в 40 разів далі від Сонця, ніж Земля), а на Місяці. У деяких місячних кратерах температура не піднімається вище 30 Кельвінів.

Отже, можемо зробити висновок — температура небесних тіл різної природи лежить у доволі широких межах.

А яку температуру показуватиме термометр, якщо його розмістити в космічному просторі на великій відстані від джерел тепла? Щоб правильно відповісти на це запитання, маємо пригадати, що у міжзоряному, а тим паче в міжгалактичному, просторі майже відсутня речовина. Там панує вакуум. Тому для такого випадку звичне для нас поняття «температура» застосувати не можна.

Водночас науковці говорять про температуру космічного простору, яка становить біля 2,7 К. Це, до речі, найнижча природна температура в нашому Всесвіті. Що це за температура? Виявляється, це температура космічного мікрохвильового фоновового випромінювання, що виникло невдовзі після Великого Вибуху, тобто майже одразу після народження нашого всесвіту (тому його іноді називають реліктовим), а нині заповнює увесь космічний простір у вигляді мікрохвильового фону. Колись його температура була вищою, але оскільки Всесвіт розширюється, то й температура фоновового випромінювання спадає.

Цікаво, що найвищою темпетатура у нашому Всесвіті була в момент його виникнення, тобто одразу після Великого Вибуху. Тоді вона становила 10^{32} К, і це значення є найбільшим з можливих у нашому світі. Існування ще вищої температури сучасна фізика пояснити не може.

Агрегатні стани речовини у Всесвіті. Запитання для допитливих учнів: «Чи змогли б вони, опинившись на планеті Юпітер, зіграти там, наприклад, у футбол?». Це залежить від того, чи є у Юпітера тверда поверхня,

тобто чи існує на цій планеті речовина у твердому стані. Знавці найбільшої планети Сонячної системи кажуть, що речовина ядра Юпітера перебуває у твердому стані, але твердої поверхні в нього немає. Те, що на Юпітері умовно називають поверхнею, перебуває в газоподібному стані.

На Землі ми звикли до трьох агрегатних станів речовини — твердого, рідкого й газоподібного. Але наша планета — лише мала частина неймовірно великого Всесвіту. А в ньому більшість речовини перебуває не у твердому і навіть не в рідкому, а в газоподібному стані. Що цікаво, майже увесь цей газ своєю будовою є незвичним для нас, принаймні в побуті. Називають його плазмою і, зважаючи на його дуже сильні відмінності від звичайного газу, відносять до четвертого агрегатного стану речовини.

Чи варто докладніше розповідати учням про плазму, адже про будову атома ви будете з ними говорити у 9 класі? Можливо, спинитися лише на тому, що плазма відмінна від звичайного газу — її складають позитивно й негативно заряджені частинки. Про такі частинки учні дізнаються з наступного розділу курсу фізики 8 класу «Електричні явища».

Властивості плазми визначає не лише температура, але й тиск, фізичні характеристики частинок, що її утворюють, концентрація цих частинок в одиниці об'єму. Для багатьох процесів у Всесвіті характерним є те, що плазма утворюється не лише за високої температури, але й унаслідок зіткнення молекул чи атомів газу із зарядженими частинками, а також під дією електромагнітного випромінювання.

Для утворення найхолоднішої плазми потрібна температура близько 100 тис. К. Таку плазму, до речі, ми з вами спостерігаємо на Землі, коли бачимо спалах блискавки. Натомість високотемпературна плазма є в надрах, наприклад, Сонця. І хоча її густина там у вісім разів вища, ніж густина золота, але плазма не переходить у твердий стан. На заваді цьому висока температура — у центрі Сонця вона становить 15 млн К.

Оскільки фізичні характеристики, притаманні плазмі, загалом характерні для нашого всесвіту, то в такому агрегатному стані перебуває близько 99% маси його речовини. Переважна більшість зір, туманності, верхні шари атмосфер планет, кометні хвости тощо — усе це плазма.

Не зайвим буде сказати учням, що хоча на Землі ми стикаємося з трьома агрегатними станами речовини і що четвертий стан, тобто плазма, переважає у Космосі, але, можливо, існують й інші, ще невідомі науці, агрегатні стани речовини.

Густини речовини небесних тіл. Значення густини речовини небесних тіл лежить у широких межах. Газ, із якого складаються величезні за розмірами газопилові хмари, має невисоку густину (кілька десятків ато-

мів в кубічному сантиметрі простору). Хоча таке середовище і вважають хмарою, для нас це глибокий вакуум. Але саме з таких дуже розріджених хмар пилу і газу завдяки дії гравітації виникають зорі. Загалом увесь життєвий шлях зорі пов'язаний з тим, що значення середньої густини речовини зростає. Спершу розріджена хмара газу і пилу стискається до стану *протозорі* (густина речовини зростає, бо зменшується об'єм тіла). Після народження зорі густина речовини якийсь час (він залежить від маси зорі) залишається стабільною. На кінцевих етапах існування зорі, коли вона перетворюється у білого карлика, нейтронну зорю чи чорну діру, значення густини зростає. Можна зрозуміти чому — розміри зорі різко зменшуються, тоді як маса зменшується не на багато від попередньої.

Наприклад, значення середньої густини нейтронної зорі у 10^{14} разів більше, ніж густина води. Якщо врахувати, що маса такої зорі співмірна з масою Сонця, то легко зрозуміти — її розміри просто мізерні навіть у порівнянні із Землею. Діаметри нейтронних зір не перевищують кількох десятків кілометрів.

Середнє значення густини речовини Сонця нині становить 1409 кг/м^3 . Але в кінці існування Сонця (це трапиться не раніше, ніж через 4 мільярди років) воно зміниться. Це зумовлено тим, що Сонце перетвориться у зорю, яку називають *білим карликом*. Її маса буде майже такою, як і маса нинішнього Сонця, а от розміри суттєво зменшаться (у 100 разів). Густина речовини такого білого карлика учні, за вашим завданням, можуть визначити самостійно.

Атмосфера Сонця. Атмосфери мають не лише планети, але й зорі. За своїм складом та фізичними характеристиками це дуже різні газові оболонки. Розглянемо коротко будову атмосфери Сонця. Доступна для спостережень поверхня Сонця (хоча «поверхні» у звичному для нас розумінні цього слова наше світило не має) — це нижній шар сонячної атмосфери, товщина якого становить приблизно 300 км. Цей шар Сонця — фотосфера (з грец. — *сфера світла*) — у вигляді світла й тепла випромінює практично всю енергію, яку виділяє наше світило. Температура фотосфери в середньому становить 6000 K, але вона зростає з глибиною.

Над фотосферою лежить хромосфера (з грец. — *забарвлена сфера*), шар розрідженого газу, що простягається на висоту 10—14 тис. км. Хромосферу можна спостерігати на початку й наприкінці повного сонячного затемнення: місячний диск на мить обрамляє сяюче червоно-оранжеве кільце.

Під час повних сонячних затемнень можна спостерігати також зовнішню оболонку Сонця, що світиться слабким сріблястим сяйвом. Це — сонячна корона, найпротяжніший шар атмосфери нашого світила. Вивчення

фотографій, зроблених під час різних затемнень, допомогло встановити, що зовнішній край корони, простягаючись на великі відстані від Сонця, наче випаровується в міжпланетний простір.

Давно з'ясовано, що час від часу в атмосфері Сонця виникають утворення, які контрастують із загальним виглядом його поверхні: плями й факели у фотосфері, протуберанці в короні, а також найграндіозніші явища, що зароджуються в хромосфері, а потім охоплюють усі шари сонячної атмосфери — сонячні спалахи.

Плями, факели, протуберанці, сонячні спалахи називають активними утвореннями на Сонці, а їх виникнення й розвиток — проявами сонячної активності. Багаторічні спостереження показали, що в середньому впродовж кожних майже 11 років кількість усіх проявів сонячної активності поступово збільшується, а потім поступово спадає. Цей період було названо 11-річним циклом сонячної активності.

Внаслідок спалахів на Сонці в атмосферу Землі потрапляють частинки сонячної речовини. Вони викликають полярні сйва і спричиняють магнітні бурі. Потужні сонячні спалахи і спричинені ними магнітні бурі впливають на техносферу й біосферу нашої планети і часом цей вплив має негативні наслідки. Трапляються аварії космічних апаратів і їх об'єднання, виходить з ладу електроніка авіалайнерів, що здійснюють польоти у високих широтах, перегорають електротрансформатори, зростає кількість транспортних пригод тощо.

«Космічна» електрика. Боротьба з статичними електричними зарядами на космічних апаратах.

Боротьба зі статичними електричними зарядами на космічних апаратах. Нинішнє життя людей важко уявити без електрики. Вона дуже допомагає нам не лише в побуті, але і в інших сферах, наприклад, виробництві. Проте електрика може бути не лише помічником — часто вона є суттєвою завадою в діяльності людини. Що цікаво, ці завади виникають не лише на Землі, але й у космічному просторі, на інших небесних тілах, наприклад, Місяці чи Марсі.

Такою є, наприклад, статична електрика для космічних апаратів, зокрема штучних супутників Землі (ШСЗ). Згадаймо, статична електрика виникає внаслідок електризації. У космічному просторі до цього приводять багато чинників — електромагнітне випромінювання, що потрапляє на супутник, взаємодія його обшивки з плазмою у верхніх шарах атмосфери Землі тощо. Під дією цих факторів ШСЗ отримує певний електричний заряд. Його величина й зумовлений ним електричний потенціал залежить також від фізичних характеристик матеріалів, з яких виготовлено космічний апарат, а також від його конструкції.

Поява статичної електрики на космічних апаратах призводить до того, що в їхніх електронних системах управління виникають помилкові команди для роботи різних приладів. Це спричиняє порушення в роботі наукової апаратури, сонячних батарей, орієнтації радіоантен тощо. Зрозуміло, космічний апарат не може виконувати завдання, якщо не буде захищеним від електричних розрядів, що виникають внаслідок нерівномірного накопичення зарядів на його поверхні.

Як захистити космічний апарат від електризації? По-перше, в його конструкції має бути якнайменше гострих виступів і різноманітних отворів. Це дозволить зменшити появу неоднорідних електричних полів на його корпусі. По-друге, під час створення ШСЗ потрібно максимально використовувати матеріали, що добре проводять струм, і по-третє, — забезпечити хороший електричний контакт усіх його блоків і вузлів з металевим корпусом.

У майбутньому, коли люди будуть створювати бази на Місяці чи Марсі, їм також доведеться боротися з статичною електрикою.

Роль магнітного поля в астрономічних явищах та об'єктах (сонячна активність, пульсари тощо). Магнітосфера Землі як результат наявності магнітного поля у нашої планети. Її значення для життя на Землі. Магнітосфера на інших планетах Сонячної системи.

Магнітне поле — це один з важливих факторів, що визначає і впливає на природу небесних тіл, їхніх систем, а також на міжпланетне та міжзоряне середовища. Прикладів можна наводити багато: магнітосфера Землі, що захищає все живе на її поверхні від згубного космічного випромінювання, сонячна активність та її прояви (плями, факели, спалахи, викиди корональної маси), а також спровоковані сонячним вітром геомагнітні бурі й полярні сяйва.

Хорошим прикладом небесного тіла, де магнітне поле проявляє себе дуже «яскраво», є Юпітер. Найбільша планета Сонячної системи має найпотужнішу магнітосферу серед усіх планет. Якби наші очі бачили силові лінії магнітного поля, то магнітосфера Юпітера на зоряному небі була б учетверо більшою за розмірами, ніж диск повного Місяця.

Така потужна магнітосфера є наслідком того, що Юпітер має найпотужніше магнітне поле серед усіх планет Сонячної системи. Воно приблизно в 20 000 разів сильніше, ніж у Землі. Докладно вивчити це магнітне поле астрономам допоміг космічний зонд «Юнона» під час зближення з планетою до відстані 4000 км після прибуття до неї в липні 2016 року.

Як і в Землі, магнітне поле Юпітера має основні північний та південний полюси, що не збігаються з полюсами, через які проходить вісь обертання планети. Але, якщо південний магнітний полюс газового гіганта є

відносно впорядкованим, то північний полюс має одну вузьку магнітну пляму в районі з хаотично розміщеними позитивними та негативними ділянками магнітного поля. Окрім цього на планеті є ще один великий магнітний «південний полюс» поблизу екватора. Цю ділянку назвали «великою блакитною плямою», на відміну від вихору Велика Червона Пляма на планеті. (Синій колір часто використовують для позначення на діаграмах негативної складової магнітного поля.)

Магнітне поле Юпітера, ймовірно, спричинене рухом Гідрогену в глибині планети. За високого тиску цей газ набуває властивостей рідкого металу, який може проводити електрику та генерувати магнітне поле внаслідок руху. Водночас незвичну форму магнітного поля Юпітера астрономи пояснюють тим, що динамо-ефект у Юпітера виникає не в одному шарі, як у Землі, а в декількох. Це відбувається через те, що ядро планети має два шари. Верхній шар утворює чистий Гідроген, а внутрішній — центральний шар — складають тверді речовини.

Незвична конфігурація магнітного поля Юпітера, можливо, спричинена ще й тим, що ядро планети може бути більшим і не таким твердим, як вважали раніше. Оскільки отримати прямі спостережні дані про внутрішню будову планети неможливо, то щоб вивчати різні варіанти будови надр Юпітера та магнітні поля, що при цьому виникають, астрономи створюють математичні моделі. У такий спосіб вони шукати варіант, який відповідає реальному магнітному полю планети. Це, натомість, дозволить з'ясувати, що відбувається в надрах Юпітера.

Цікаво, що з 7 інших планет Сонячної системи у Венери і Марса магнітні поля практично відсутні, Меркурій, Земля і Сатурн мають дипольні поля, а Уран і Нептун — хаотичні.

Магнетари — найсильніші магніти у Всесвіті. Досі не зовсім зрозуміло, що спричиняє появу надсильних магнітних полів у окремих нейтронних зір, які називають магнетарами, але їхні поля в 100 мільйонів разів сильніші за найсильніше магнітне поле, яке коли-небудь створювала людина. Одне з пояснень — це злиття двох зір. Таке припущення було висловлене понад десять років тому, але тільки недавно це вдалося показати на прикладі комп'ютерних моделей (симуляції).

Група європейських науковців з обчислювального центру Товариства Макса Планка в Ґархінгу (Німеччина) створила модель утворення магнітної зорі Тау Скорпіона (τ Sco), яка лежить на відстані 500 світлових років від Землі. Моделювання показало, що зоря виникла внаслідок злиття двох зір, а її сильне магнітне поле є наслідком сильної турбулентності під час такого злиття.

Зоряні злиття — явище відносно часте. Можливо, близько 10 відсотків усіх масивних зір у Молочному Шляху є продуктами таких процесів. Це добре узгоджується зі швидкістю появи магнітних зір великої маси. Астрономи вважають, що саме такі зорі можуть утворювати магнетари, коли вони вибухають як наднові.

Це також може статися з т Sco, коли вона вибухне наприкінці свого життя. Комп'ютерне моделювання дозволяє припустити, що магнітне поле, яке з'явиться внаслідок такого вибуху, і є поясненням надзвичайно сильних магнітних полів магнетарів.

Небесні тіла — джерела світла. Світло від Сонця — основа життя на Землі. Залежність умов перебігу сонячного та місячного затемнень від прямолінійного поширення світла. Спектри небесних тіл. Зорова труба — найпростіший телескоп.

Місячні й сонячні затемнення. Як і всі предмети на Землі, наша планета, освітлена Сонцем, відкидає тінь у міжпланетний простір. Загалом тіні від Сонця відкидають всі тіла нашої планетної системи. Цікаво, що предмети на Землі відкидають помітну тінь від трьох небесних світил, окрім Сонця, це Місяць і Венера.

Оскільки сонячні промені поширюються прямолінійно, то конус тіні утворюють ті з них, що сходяться, а конуси півтіні — що розходяться. Коли Місяць потрапляє в тінь Землі повністю або частково, відбувається повне або часткове затемнення Місяця. З поверхні Землі його видно одночасно звідусіль, де Місяць в цей час перебуває над горизонтом. Фаза повного затемнення Місяця триває доти, поки він перебуває в межах земної тіні. Цей час може тривати до 1 год 40 хв. Упродовж календарного року буває два чи три місячних затемнень, або не бути зовсім.

Можна поставити перед учнями два такі запитання: чому Місяць, потрапивши в тінь Землі не зникає для земного спостерігача повністю і чому його колір при цьому стає темо червоним чи коричневим? Відповіді на ці запитання, особливо на друге, не прості. Якщо учні не можуть їх знайти, тоді вчитель має коротко пояснити суть цих загадок. Річ в тому, що атмосфера Землі заломлює сонячні промені, тобто діє як лінза. Внаслідок цього сонячне світло потрапляє у конус земної тіні. Але атмосфера сильно поглинає сині й сусідні з ними промені й тому всередину конуса тіні проникають переважно червоні промені, які атмосфера поглинає слабкіше. Ось чому Місяць під час повного затемнення набуває червонуватого кольору і не зникає зовсім.

Повне сонячне затемнення видно лише там, де на Землю падає тінь від Місяця. Її діаметр не перевищує 250 км, але оскільки Місяць рухається по орбіті, то його тінь зміщується на поверхні Землі із заходу на

схід, утворюючи послідовно вузьку смугу повного затемнення. Там, де на Землю падає півтінь Місяця, спостерігають часткове затемнення Сонця.

Внаслідок невеликої зміни відстаней Землі від Місяця і Сонця видимий кутовий діаметр Місяця буває більшим чи меншим, ніж сонячний, або ж дорівнює йому. У першому разі повне затемнення Сонця триває до 7 хв 40 с. У другому — Місяць не закриває Сонця повністю і тому відбувається кільцеподібне затемнення. В третьому разі затемнення Сонця триває тільки одну мить. Під час повного затемнення спостерігається сонячна корона, а протягом кільцеподібного навколо темного диска Місяця видно сяючий ободок сонячного диска.

Протягом календарного року на Землі може бути від двох до п'яти затемнень Сонця. Причому якщо їх п'ять, то всі вони часткові. В одному й тому ж місці повне сонячне затемнення трапляється доволі рідко — лише один раз протягом 200 — 300 років.

Зверніть увагу учнів на такий цікавий факт. Знаючи закони руху Землі й Місяця, астрономи обчислили на сотні й навіть тисячі років вперед моменти затемнень і те, де і як їх буде видно.

Спектри небесних тіл. Упродовж тривалого часу астрономи спостерігали рухи небесних тіл, визначали їхні положення на небесній сфері, але були не в змозі з'ясувати природу космічних об'єктів — їх будову, хімічний склад і фізичні властивості. Здавалося, що ці властивості залишаться для землян назавжди невідомими.

Французький філософ Огюст Конт у 1842 р. зауважив, що «ніколи і жодним чином нам не вдасться вивчити хімічний склад небесних світил». Але вже за двадцять років це завдання вдалося вирішити завдяки відкриттю спектрального аналізу — дослідження спектрального складу світла. Новий метод став основою астрофізики, бо з'ясувалося, що він не залежить від відстані до небесного об'єкта — треба лише отримати спектр цього об'єкта. З допомогою спектрального аналізу астрономи навчилися визначити не лише хімічний склад небесних тіл, а й температуру, швидкість руху, відстані до них та багато іншого.

Треба обов'язково звернути увагу учнів на те, що для вивчення об'єктів, процесів і явищ нашого всесвіту недостатньо лише вміти реєструвати електромагнітне випромінювання, що надходить з космосу. Важливо зрозуміти, за яких фізичних умов воно виникло. Водночас спектральний аналіз — метод визначення хімічного складу речовини та фізичних параметрів за її спектром — заснований на тому, що спектр відображає властивості атомів. Атоми будь-якого хімічного елемента дають спектр, не схожий на спектри всіх інших елементів: вони випромінюють притаманний лише їм певний набір довжин хвиль.

Нагадайте учням про те, що знаменитий фізик Ісаак Ньютон встановив важливу особливість сонячного світла: воно складається з суміші променів всіх кольорів веселки. Тому якщо на шляху сонячного променя поставити тригранну призму, то після виходу променя з призми на екрані виникає райдужна смужка, яку називають спектром. Спектр містить багато інформації про тіло, що є джерелом випромінювання і спектр якого піддають аналізу. Одним словом, спектр хімічного елемента — це його своєрідний «паспорт».

Тому коли астрономи з'ясували, що вигляд спектра (розподілу енергії випромінювання за частотами) будь-якого тіла залежить від його температури, ширина спектральних ліній вказує на густину, а їх зміщення в спектрі свідчить про рух тіла вздовж променя зору спостерігача, стало зрозуміло — електромагнітне випромінювання несе дуже багато інформації.

Сонце і зорі оточені газовими атмосферами, холоднішими за глибші шари. Їхні спектри — це спектри поглинання. На тлі неперервних спектрів їхніх видимих поверхонь видно багато темних ліній, що виникають, коли світло з глибин проходить крізь їхні атмосфери. Завдяки розробленій теорії спектрів і накопиченню спостережних даних, астрофізики змогли створити метод спектрального аналізу, який дозволяє дізнатись не лише про хімічний склад або рух багатьох небесних тіл, але і про інші їхні важливі фізичні й хімічні властивості. При цьому різні процеси і різні об'єкти у Всесвіті дають максимум випромінювання в різних діапазонах електромагнітного спектра.

Як приклад застосування методу спектрального аналізу можна коротко ознайомити учнів з історією відкриття Гелію. У 1868 р. П'єр Жансен і Норман Лок'єр незалежно один від одного виявили в спектрі сонячних протуберанців лінію, що не відповідала жодному з відомих на той момент хімічних елементів. Уперше було виявлено елемент, про існування якого на Землі нічого не було відомо. Його назвали Гелій (від давньогрецького геліос — Сонце). Виявити Гелій на Землі вдалося набагато пізніше — лише через 27 років. Спочатку цей інертний газ знайшли в мінералах, що містять радіоактивні елементи, а їхній розпад приводить до утворення Гелію. Пізніше, завдяки удосконаленню методів газового розділення, змогли отримати його і з повітря.

2. Визначення фізичних властивостей і швидкості руху небесних тіл з допомогою їхніх спектрів. З зовнішнього виду спектрів небесних тіл можна не лише ототожнити їхній хімічний склад, але й з'ясувати, в яких фізичних умовах перебуває їхня речовина. А інтенсивність спектральних ліній вкаже нам на кількісний вміст того чи іншого елемента.

Водночас вигляд спектральних ліній, наприклад їх ширина, вказує на температуру, тиск і наявність електричного чи магнітного полів у небесного тіла. Великий тиск, електричне чи магнітне поле приводять до розширення, а також до розщеплення ліній у спектрі. Висока температура спричиняє явище іонізації — атоми втрачають частину електронів. Спектр речовини з іонізованими атомами відмінний від спектра тієї ж речовини в нейтральному стані. Що вища температура і менший тиск, то сильніша іонізація розжареного газу. Окрім цього, різні елементи за однакової температури іонізуються неоднаково тощо. Тому особливості спектрів дозволяють на підставі теорії іонізації отримати багато даних, що стосуються до природи небесних тіл.

За допомогою спектрів можна вимірювати променеві швидкості небесних об'єктів, тобто швидкість небесного тіла вздовж променя зору спостерігача. Річ в тому, що коли небесний об'єкт рухається в напрямку до спостерігача, довжини хвиль його випромінювання стають коротшими і навпаки довгими, коли він рухається від Землі. Отже, порівнявши довжини хвиль у спектрі нерухомого тіла і спектрі рухомого небесного об'єкта, можна визначити його променеву швидкість.

Навчальний проект. Складання найпростішого телескопа з лінз.

Навчальний проект, у процесі виконання якого ваші учні змоделюють роботу простого телескопа, повторює історію, що трапилася на самому початку XVII століття, коли кілька голландських майстрів з виготовлення окулярів винайшли підзорну трубу. Побутує навіть легенда, що явище збільшення віддалених об'єктів за допомогою двох лінз, розміщених на певній відстані одна від одної, першими спостерігали діти одного з таких майстрів, коли гралися лінзами.

Ціль проекту: зібрати підзорну трубу за оптичною схемою Кеплера й пересвідчитися, що вона дає змогу «наближати» до спостерігача віддалені предмети.

Потрібне обладнання: дві збірні лінзи з різною фокусною відстанню (можна використати лінзи від канцелярських луп) і, бажано, різним діаметром. Лінза більшого діаметра буде об'єктивом, а меншого — окуляром.

Хід роботи

1. Визначити фокусні відстані лінз. Фокусну відстань лінзи F визначаємо з формули лінзи (залежність між відстанню від предмета до оптичної лінзи d , відстанню від зображення до неї f та фокусною відстанню лінзи F).

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

Щоб знайти значення F практично, треба розташувати лінзу вертикально до екрану (ним може слугувати аркуш паперу, закріплений на дошці чи стіні) й спроектувати на нього, наприклад, зображення вікна. Рухаючи лінзу до, чи від, екрану слід отримати на ньому чітке зображення вікна. Після цього вимірюють відстань від лінзи до вікна d та відстань від неї до екрану f . За формулою лінзи обчислюють значення F .

2. Найпростіший варіант: тримаємо лінзи одна від одної на відстані, що дорівнює сумі фокусних відстаней ($F_1 + F_2$), і розглядаємо віддалений предмет.
3. Варіант складніший, ніж у п. 1. Лінзи спочатку закріплюють на одному з кінців трубки (її підбирають з наявних за діаметром лінзи чи виготовляють з паперу, або картону). Її довжина має бути трохи більшою, ніж значення фокусної відстані лінзи. Після цього з'єднують дві трубки й отримують підзорну трубу Кеплера.
4. Збільшення підзорної труби визначається як відношення фокусної відстані об'єктива до фокусної відстані окуляра. Отже, що більше фокусна відстань об'єктива і менше фокусна відстань окуляра, то вищим є збільшення труби. Наприклад, використовуючи лінзи від луп з фокусною відстанню 50 і 10 см, отримаємо збільшення рівним 5, тобто п'ятикратне.

Таку практичну роботу можна виконати в класі під час уроку. Доцільно також запропонувати всім охочим учням сконструювати її в домашніх умовах, мотивуючи їх тим, що підзорна труба дасть змогу, наприклад, побачити кратери на Місяця, які ми не можемо побачити неозброєним оком.

Електромагнітне поле і електромагнітні хвилі як одне з основних джерел інформації про фізичні умови у Всесвіті. Спостереження небесних об'єктів в різних діапазонах шкали електромагнітних хвиль. Радіолокація тіл Сонячної системи.

До середини XIX ст. астрономія була лише оптичною, бо спостереження виконували тільки у видимому світлі. Уперше інфрачервоне світло (його в 1800 р. відкрив В. Гершель) від небесного тіла — Місяця — виявили в 1856 році. Систематичні спостереження небесних тіл в інфрачервоному діапазоні почалися на початку тридцятих років XX ст., коли приймачі цього випромінювання стали піднімати в атмосферу на повітряних кулях і літаках.

Атмосфера Землі також сильно поглинає ультрафіолетове випромінювання, а тому перші астрономічні спостереження в цьому діапазоні були виконані в 1940—1950 роках завдяки запускам ракет. А систематичні спостереження ультрафіолетового випромінювання небесних тіл розпочалися у 1962 р. Тоді їх виконали за допомогою Орбітальної сонячної обсерваторії, тобто космічного апарата.

Від початку космічної ери (1957 р.), коли з'явилась можливість вносити за межі атмосфери Землі приймачі для випромінювань, що не проникають до поверхні нашої планети, астрономія стала всеохвальною наукою. Їй стали доступні спостереження в усьому діапазоні електромагнітного спектра — від гамма-випромінювання до радіохвиль. Нині електромагнітне випромінювання є одним з трьох джерел (каналів) інформації про небесні тіла для астрономів. Два інші — це космічні промені та гравітаційні хвилі.

Приверніть увагу учнів до такого факту: окрім видимого світла, до поверхні Землі проникає радіовипромінювання. Тому астрономи говорять про два «вікна» в атмосфері Землі, крізь які можна спостерігати небесні тіла і явища з поверхні нашої планети — видиме і радіо вікна.

Радіовипромінювання від небесних тіл в астрономії реєструють за допомогою спеціальних інструментів, які називають радіотелескопами. Будь-який радіотелескоп має дві обов'язкові складові — антену і приймач (радіометр). Як порівняти зі спостереженнями у видимому діапазоні, радіоспостереження мають низку відмінностей. Їх можна виконувати в будь-який час доби, бо сонячне світло не заважає реєструвати радіовипромінювання від небесних об'єктів, і практично за будь-якої погоди, зокрема при хмарному небі, — хмари не поглинають радіохвилі.

Радіолокація тіл Сонячної системи. В основі радіолокації лежить явище відбиття радіохвиль від перешкод, що трапляються на шляху поширення хвиль. Учні вже знайомі з таким явищем. Але не зайвим буде нагадати: ми бачимо всі предмети, які нас оточують, завдяки тому, що вони відбивають світло. Оскільки видиме світло — це електромагнітні хвилі, то можемо зробити припущення, що речовина має властивість відбивати такі хвилі не залежно до якого діапазону електромагнітного спектру вони належать.

Дослідження небесних тіл, коли до них спрямовують радіохвилі, а потім реєструють відбитий сигнал, називають радіолокаційною астрономією. Оскільки потужність відбитого сигналу швидко падає з відстанню, такі дослідження нині можливі тільки для тіл Сонячної системи.

Радіолокацію стали застосовувати в астрономії з кінця 40-х років ХХ ст. для реєстрації метеорних слідів в атмосфері Землі. Потім розпочали вивчати Місяць і Сонце. У 1961 р. було виконано радіолокацію Венери, а згодом й інших планет Сонячної системи.

Радіолокатор — система з передавача, антени і приймача — може міститися як на поверхні Землі, так і на космічному апараті. Послідовність його роботи така. Передавач посилає радіосигнал — зазвичай це послідовність коротких радіоімпульсів з точною фіксацією часу їх випро-

мінювання. Відбитий від об'єкта спостережень сигнал реєструє антена (фактично збирає радіовипромінювання) і спрямовує на приймач. Він має бути чутливим, бо інтенсивність сигналу обернено пропорційна четвертій степені відстані до об'єкта. Тому від Місяця радіолокаційний сигнал в десятки тисяч разів слабкіший, ніж від літаків. А при спостереженнях Венери — в мільйони разів слабкіший, ніж при спостереженнях Місяця.

Найпростіше, що можна визначити методом радіолокації, — це відстань до небесного тіла. Адже знаючи швидкість поширення радіохвиль та інтервал часу між відправкою і поверненням радіосигналу, це легко знайти за простою формулою. У такий спосіб з високою точністю визначили відстань до Місяця та планет земної групи (Меркурія, Венери і Марса). Тут варто зауважити, що астронавти, які побували на Місяці наприкінці 60-х — початку 70-х років минулого століття, встановили там спеціальні відбивачі для лазерної локація Місяця — найдосконалішого нині методу визначення відстані між Землею та її природним супутником.

Метод радіолокації дав змогу виміряти відстань між Землею і Сонцем з точністю до 10 км. Раніше в астрономії цю відстань (її називають астрономічною одиницею) могли визначати лише *методом паралаксів*. Завдяки радіолокації вдалося вивчити поверхню Венери, приховану для оптичних спостережень її щільною атмосферою, визначити період обертання Меркурія, висоту гір на Марсі, фізичні властивості поверхонь планет земної групи і атмосфер планет-гігантів. Окрім цього, за допомогою радіолокації вимірюють швидкості й пряму руху метеорних частинок в атмосфері Землі.

Окремий напрям застосування методу радіолокації — супровід космічних апаратів, зокрема автоматичних міжпланетних станцій, які спрямовують до різних тіл Сонячної системи (планети, супутники планет, комети і астероїди).

Термоядерні реакції. Енергія Сонця й зір.

Ядерна енергія виділяється як у процесі поділу атомних ядер, так і внаслідок їхнього злиття, тобто утворення (синтезу) нових ядер. Але на відміну від поділу ядер, що для деяких елементів може відбуватися спонтанно, реакції синтезу можуть відбуватися тільки за умови сильної взаємодії між ядрами. Треба звернути увагу учнів на те, що сильна взаємодія можлива лише на відстанях, що відповідають розмірам ядра атома ($r \sim 10^{-15} \text{ м}$). Такому наближенню двох ядер протидіє кулоновское відштовхування. Подолати його вдається тільки за умови високої температури газу, тобто великої швидкості частинок. Інша умова, за якої можлива термоядерна реакція синтезу, — тунельний ефект. Про нього вчитель може не говорити учням зовсім, або ж сказати, що цю влас-

тивість, в результаті якої частинка може пройти через потенціальний бар'єр, описує квантова фізика.

Отримати високі температури на Землі (10^7 K), що уможливають реакцію термоядерного синтезу, можна двома шляхами. Перший із них — це не керована термоядерна реакція, що відбувається під час вибуху водневої бомби. Щоб «запалити» таку реакцію, тобто сторити високу температуру, використовують урановий заряд, тобто підривають атомну бомбу. Другий шлях — керована реакція термоядерного синтезу, коли розігрітий газ (плазму) утримують за допомогою сильного магнітного поля. Тут вчитель має зауважити, що такий процес згідно з сучасними уявленнями — один з перспективних способів отримання електроенергії. Щоб створити реактор, де відбуватиметься керована реакція термоядерного синтезу, треба вирішити багато як наукових, так і технічних проблем (створення високих температур, ущільнення плазми та її утримання в умовах надвисокої температури тощо). Варто також сказати учням про те, що керована термоядерна реакція реалізована в природі. Такі реакції є джерелом енергії нормальних зір, зокрема й Сонця.

За хімічним складом звичайні зорі — це величезні кулі з Гідрогену й Гелію з незначними домішками інших елементів. Наприклад, Сонце містить ~ 73 % Гідрогену і ~ 25 % Гелію від загальної своєї маси. Інші 2 % маси — це Ферум, Нікель, Оксиген, Нітроген, Силіцій, Сульфур, Магній, Карбон та інші. В ядрі зір таких як Сонце внаслідок термоядерної реакції з Гідрогену синтезується Гелій. Зорі, в ядрі яких температура вища, ніж в ядрі Сонця, перетоплюють Гелій на ще важчі елементи (Карбон і Оксиген). Загалом такий процес триває в надрах зір аж до утворення ядер заліза.

У цьому місці вчитель має зауважити, що майже всі елементи нашого всесвіту, окрім Гідрогену й Гелію, є продуктом життєдіяльності зір. Якби в надрах зір не відбувалися термоядерні реакції, а самі зорі не вибухали, то у Всесвіті не було б складної хімії. А без неї годі уявити появу складних біологічних структур, зокрема й живих істот.

Ще одна особливість, пов'язана із зорями. На етапі формування зорі, коли в її ядрі температура не досягла значення, потрібного для початку термоядерної реакції, енергія виділяється внаслідок стиснення зорі під дією власної гравітації. У такому процесі потенціальна енергія зоряної речовини переходить у внутрішню енергію і температура зорі зростає.

Для учнів може бути цікавим питання про пошуки джерела енергії Сонця і зір. Про це замислювалися ще стародавні вчені, але воно гостро постало тільки після відкриття у XIX ст. фундаментального закону збереження і перетворення енергії. Правильний механізм в 20-х роках минулого століття запропонував відомий астроном А. Еддінгтон, але фізики

(Г. Бете, К. Вайцзеккер, Г. Гамов, Е. Теллер та ін.) змогли це підтвердити лише через 10 років, тобто наприкінці 30-х років XX ст. Радимо вчителю переглянути разом з учнями пізнавально-навчальний фільм «Чому світить Сонце?» (<https://www.youtube.com/watch?v=7jyBJgjWrvrc>).

Небесна механіка, її розвиток і вплив на фізичне знання.

Небесну механіку, разом з астрометрією, астрофізикою та космологією, відносять до чотирьох основних розділів сучасної астрономії. Небесна механіка вивчає рух небесних тіл під дією сили тяжіння, гравітаційних збурень, спричинених іншими тілами, зміни маси тіла, тиску випромінювання, опору середовища та інших чинників. Основне її завдання полягає в тому, щоб, знаючи початкове положення тіла (матеріальної точки) і його початкову швидкість, визначити його положення в будь-який інший момент часу в обраній системі координат.

В основі небесної механіки лежать закони Кеплера і Ньютона, зокрема закон всесвітнього тяжіння. Використовуючи дані астрометрії, закони класичної механіки і математичні методи дослідження, небесна механіка дає змогу визначати не лише руху небесних тіл, але й значення низки астрономічних сталих і ефемериди (обчислені заздалегідь астрономічні дані про положення на небі та умови спостережень світил для окремих або послідовних моментів часу). Окрім цього небесна механіка є теоретичною основою космонавтики.

Майже всі явища, до яких застосовують методи небесної механіки, можуть бути пояснені в рамках трьох розділів механіки: кінематики, динаміки і статички. Поняття небесне тіло в небесній механіці є аналогом поняття матеріальна точка в фізиці. Таке припущення можна робити у більшості задач, які розв'язує небесна механіка, оскільки відстані між космічними об'єктами в багато разів більше їхніх розмірів.

Зрозуміло, що небесна механіка з'явилася лише в XVII столітті, коли Ісаак Ньютон відкрив закони, які описують механічний рух. Тоді було також встановлено, що емпіричні закони руху планет Сонячної системи, які встановив Йоганн Кеплер, є наслідком дії закону всесвітнього тяжіння. Значний внесок у розвиток небесної механіки зробили математики. Їхня участь почасти пояснюється тим, що закон всесвітнього тяжіння на перший погляд дає змогу пояснити рух усіх небесних тіл. Проте, якщо задачу двох тіл успішно розв'язав Ньютоном, то опис руху системи з трьох тіл виявився завданням непосильним не лише для видатного фізика, але й математиків. Її локальні розв'язки знайшов Жозеф-Луї Лагранж (відомі точки Лагранжа в системі трьох тіл, де одне з них має малу масу). Загального розв'язку задача трьох тіл (класична задача небесної

механіки, в якій треба знайти траєкторії трьох тіл, що притягуються за законом всесвітнього тяжіння) досі немає.

Термін «небесна механіка» запровадив французький математик і астроном П'єр Лаплас. Так назву має його п'яти томний твір, що побачив світ у 1799 — 1825 роках. В ньому він підсумував результати роботи над теорією збурень, яку в XVIII ст. започаткували видатні математики д'Аламбер, Ейлер, Лагранж. Ці науковці, власне, й створили класичну небесну механіку. Теорія збурень дозволяє з дуже високою точністю розраховувати руху космічних тіл — як природних, так і штучних. Водночас вона здатна відповісти і на такі теоретичні питання, як проблема стійкості Сонячної системи.

Цікавим для учнів може бути приклад щодо теорії руху Місяця, яка цікавила практично всіх основоположників небесної механіки. Леонард Ейлер присвятив цьому питанню навіть спеціальний трактат «Теорія руху Місяця» (1753). Такий інтерес пояснюється тим, що до винаходу хронометра, мореплавці визначали час на меридіані Гринвіча за положенням Місяця на зоряному небі. Гринвіцький час їм був потрібен, що знати одну з географічних координат — довготу. Тому в той час жоден екіпаж морського судна не виходив у море без таблиць з координатами Місяця. Ці таблиці якраз і створювали на основі теорії руху супутника Землі.

Астрономи застосували, і досі застосовують, методи небесної механіки не тільки для вивчення руху небесних тіл в межах Сонячної системи, але й для опису руху компонентів подвійних та кратних зір, а віднедавна й екзопланет. Таке розширення меж застосування небесної механіки спричинило вдосконалення математичних методів, які застосовують для розв'язування її задач. Розвиток космонавтики, польоти в межах Сонячної системи міжпланетних автоматичних станцій, посадки космічних апаратів на поверхні небесних тіл (планети, астероїди, ядра комет), привели до появи окремої прикладної науки астродинаміки.

Узагальнювальні заняття

Під час проведення узагальнювального уроку вчитель має скористатися інформацією астрономічного змісту, щоб доповнити й ширше подати матеріал, який він викладає на такому уроці. Оскільки учні, зазвичай ознайомлені з окремими аспектами такої інформації, то цей факт можна використати для проведення діалогічного уроку чи бодай певної його частини.

Сонячне випромінювання та його вплив на живі організми. Сонячна енергетика. Учні з уроків природознавства знають, що життя на Землі залежить від енергії, яку генерує Сонце. Без його світла й тепла на планеті не існувало б живих організмів, які заселяли Землю протя-

гом усього періоду її існування. Важко уявити наявність живих істот на планеті в якій немає материнської зорі, хоча астрономи допускають можливість існування таких самітних планет у нашому всесвіті.

Зверніть увагу учнів на те, що ми зазвичай не помічаємо щоденної «діяльності» Сонця. Хіба тільки заради констатації події на кшталт Сонце зійшло чи зайшло, або день чи ніч. Інша річ, коли трапляються потужні спалахи на Сонця й Земля зазнає сильної геомагнітної бурі, спричиненою потоком частинок від нашого світила. Тоді люди з ослабленим здоров'ям чи певними захворюваннями можуть почуватися кепсько. Загалом з циклічною активністю Сонця пов'язують погодні аномалії, наприклад засухи, що впливають на урожай. Розвиток епідемій, як і певну соціальну активність, окремі науковці також намагаються пояснити зміною активності Сонця. Ці питання вивчені досі слабо, хоча існує наука геліобіологія, започаткована Олександром Чижевським у XX ст.

Наукова картина світу. Приклади застосування астрономічних знань у фізиці. Нині вважають, що найдокладнішою є фізична картина світу, яка значною мірою спирається на астрономічні знання. Сучасна астрономія збагатила наукову картину світу (НКС) такими поняттями як темна матерія і темна енергія. Переосмислення антропоцентризму, яке розпочалося з праць Коперника і поява вже в наш час антропоного принципу та ідеї мультиверсуму, також сприяють розвитку наукової картини світу. Астрономія не лише збагачує НКС новими знаннями, але як і раніше посилює її евристичну функцію.

У минулому такими були висновки Миколи Орема про несумірність небесних рухів і неможливість кругообігу в розвитку Всесвіту (XIII ст.) та думки Миколи Кузанського (ще раніше Демокріта) — про нескінченний Всесвіт без центра й краю (XV ст.). Пізніше, в розвиток цих думок, виникла ідея геліоцентризму, з'явилися висновки Джордано Бруно про взаємозалежний світ зір і планет. А концепції — передбачення про структуру й еволюцію Всесвіту, Канта, Ламберта, Гершеля вже спиралася на ньютонівську картину світу.

Прогрес астрономії приводить до того, що її усталені знання переходять в ядро НКС. Так геліоцентрична система світу, що була моделлю всього Всесвіту, з часом обґрунтована доказами, перейшла своєю основною частиною в розряд об'єктивних знань — теорію будови Сонячної системи. Інші ж її складові: абсолютний геліоцентризм, сфера нерухомих зір, що замикає Всесвіт, — все це було відкинуто вже Джордано Бруно.

Нині в багатьох аспектах нове для НКС постачає саме астрономія. Передбачати майбутнє важко, але інтелект людини такий потужний, що дає впевненість у його спроможності виявити не лише закономірності розвитку Землі та майбутні її етапи, але й охопити в теоретичному синтезі глобальніші, несумірні з земними, еволюційні перетворення, такі як еволюція Всесвіту.

Якщо розглядати питання впливу астрономічного знання та методів астрономії на суміжні науки, то, очевидно, що найбільше астрономія вплинула на фізику. Методологія вимірювань, яку стали використовувати у фізиці, значною мірою запозичина в астрономії. Оскільки астрономія з давніх часів застосовувала вимірювальні прилади (кутомірні інструменти), то розроблені в астрономії прийоми й підходи згодом широко використали конструктори фізичних приладів.

Водночас відсутність фізичних теорій стримувала вирішення астрономічних проблем. Така ситуація, як вважає, наприклад С. Р. Філонович [7], породжувала потребу виконання фізичних експериментів, які без стимулюючого впливу астрономії були б виконані значно пізніше. Це своєю чергою сприяло становленню як окремих напрямів фізики, так і фізики в цілому, як самостійного розділу природознавства.

Далі наведемо розлогу цитату зі статті [8] відомого фізика-теоретика Я. Б. Зельдовича та астрофізика І. Д. Новікова: «Відносини між астрономією і фізикою складні й різноманітні, зокрема й у психологічному аспекті. Астроном із задоволенням застосовує новинки фізики (експериментальної і теоретичної) для своєї науки — від спектрального аналізу до лічильників фотонів, від класичної механіки до квантової фізики. І водночас у астрономів зріють грона — не гніву, звісно, але бажання реваншу, — ніщо так не цінують астрономи, як можливість активно втрутитися в фізику. Не брати у фізиків, а дати їм щось нове! На цьому шляху в астрономії є дивовижні досягнення, прикладами можуть бути закон тяжіння, визначення швидкості світла і багато іншого. Спроби просунутися в тому ж напрямку і дати астрономічне пояснення найважливішим фізичним величинам і явищам тривають досі. Автори їх заслуговують на глибоку повагу вже за сміливість постановки завдання.»

Експерсія в астрономічну обсерваторію та участь у спостереженнях Сонця чи Місяця.

Астрономічні обсерваторії (інститути), а також астрономічні музеї — цікаві об'єкти (з огляду на архітектуру, місце розташування, історію, а також людьми, які працюють в них) для екскурсій. Нині переважна більшість астрономічних обсерваторій світу відкриті для звичайних

людей, тобто відвідати їх можна або у складі екскурсійної групи, або навіть індивідуально.

В Україні є п'ять астрономічних наукових установ (три з них входять до складу Національної академії наук України, а інші дві підпорядковані Міністерству освіти і науки України), що виконують дослідження в різних галузях астрономії: Головна астрономічна обсерваторія (ГАО) НАН України, Радіоастрономічний інститут (РАІ) НАН України, Полтавська гравіметрична обсерваторія Інституту геофізики НАН України імені С.І. Суботіна, Науково-дослідний інститут «Миколаївська астрономічна обсерваторія» та Кримська астрофізична обсерваторія (КРАО). Остання наукова установа з 2014 р. перебуває на тимчасово окупованій території України — в Криму.

Астрономічні обсерваторії мають класичні університети Києва, Львова, Одеси і Харкова, а також окремі університети, які раніше були педагогічними інститутами. Навчальні обсерваторії деінде збереглися при Палацах дитячої юнацької творчості. За роки незалежності в Україні виникло кілька приватних астрономічних обсерваторій. Найбільша й найвідоміша серед них — Андрушівська астрономічна обсерваторія.

Усі професійні українські астрономічні обсерваторії провадять науково-просвітницьку діяльність, зокрема приймають у себе організовані групи відвідувачів, влаштовуючи їм екскурсії, лекції, аматорські астрономічні спостереження тощо. Інформація про такі заходи є на сайтах обсерваторій.

Докладнішу інформацію про екскурсії містить стаття «В гості до астрономів», яку вміщує Український астрономічний портал: <http://www.astrosvit.in.ua/ekskursii>.

Зрозуміло, учитель має ретельно підготувати урок-екскурсію. Учням треба обов'язково повідомити ціль і завдання екскурсії, коротко розповісти про астрономічну обсерваторію до якої має бути екскурсія. Оскільки екскурсоводом в обсерваторії, зазвичай, є один з її співробітників, то учителю варто заздалегідь звернути його увагу на ті питання, на які слід звернути особливу увагу під час екскурсії. Ці питання визначають цілі й завдання екскурсії.

Вправи й задачі з астрономічним змістом

Другий спосіб подачі астрономічної інформації в курсі фізики — пропонувати учням для розв'язування вправи й задачі з астрономічним змістом. Зайвий раз говорити вчителю про важливу роль вирішення вправ і розв'язування задач, як однієї із форм навчальної діяльності, не варто. Для поглиблення знань учнів, розвитку мислення, формування

вміння аналізувати проблемну ситуацію та навичок у пошуку шляхів її вирішення — розв’язування задач — дієвий засіб у процесі навчання.

Не будемо докладно наводити опис того, які вправи і задачі астрономічного змісту має добирати вчитель з огляду на питання, наведені в табл. 1. Порада лише одна: слід сформулювати бодай і невеликий, але комплекс завдань, які вчитель пропонуватиме уням протягом усього часу навчання фізики в основній школі. Кілька випадково дібраних завдань з астрономічним змістом — це не той рівень, на який має орієнтуватися вчитель. У цьому зв’язку виникає питання про те, де брати такі завдання, адже нині чинні підручники з фізики 7 — 9 класу вміщують такий матеріал в обмеженій кількості. Вихід тільки один — самостійно готувати такі завдання, спираючись на власні астрономічні знання, добирати задачі й вправи в Інтернеті чи збірниках задач з астрономії, які були надруковані досить давно [9, 10, 11].

Навчальні проекти і реферати

Третій спосіб подачі астрономічного матеріалу під час вивчення фізики в основній школі — використовувати астрономічну інформацію в навчальних проектах та рефератах, які вчитель пропонує виконати й підготувати окремим учням.

Нагадаємо, що основні вимоги до використання методу проектів такі:

- наявність дослідницької проблеми чи задачі, для розв’язування якої потрібні інтегровані знання та дослідницький пошук;
- практична, теоретична, пізнавальна значущість передбачуваних результатів;
- самостійна (індивідуальна, парна, групова) діяльність учнів;
- визначення кінцевої мети проектів (спільних чи індивідуальних);
- визначення базових знань із різних галузей, потрібних для роботи над проектом;
- структурування змістової частини проекту з указуванням поетапних результатів;
- використання дослідницьких методів — визначення проблеми, завдань дослідження, що впливають із проблеми, висунення гіпотез щодо їх розв’язання, обговорення методів дослідження, оформлення кінцевих результатів, аналіз отриманих даних, підбиття підсумків, корегування, висновки;
- результати виконаних проектів мають бути матеріальними й певним чином оформлені у вигляді звітів, презентацій, відеофільмів, журналів спостережень, веб-сторінок тощо.

Навчальні проекти

Людина і Всесвіт.

Проблема, що вимагає вирішення у процесі виконання проекту: в якій мірі життя людини на Землі залежить від умов, що панують у Всесвіті.

Щоб допомогти учням сформулювати проблему, учитель має звернути їхню увагу на те, протягом тривалого часу, аж до початку космічної ери, життя людей було пов'язане із Землею. Ця планета — домівка людства, тут воно видобуває потрібні для свого існування ресурси, здобуває в земних умовах наукові знання й тут, на Землі, їх застосовує для практичних потреб.

Єдина наука, яка приділяла увагу позаземному середовищу, — астрономія. Її здобутки здавна використовували для орієнтації на місцевості, визначення часу, побудови календарів. Ці знання також стосувалися земного життя. Упродовж багатьох століть людина вважала Землю особливим місцем у Всесвіті. Хоча певні зв'язки і залежність життя на Землі від небесних тіл людина усвідомлювала. Адже, наприклад, значення Сонця для життя зрозуміли вже на зорі розвитку людства. Про інші взаємозв'язки небесних тіл люди зрозуміли тільки після становлення і розвитку природничих наук.

Ціль виконання проекту: формування наукового комплексного уявлення про залежність людського буття від природного середовища.

Учні, які будуть виконувати проект, мають чітко визначити його ціль. Бажано щоб вона була не тільки формально конкретною, але й щоб у результаті її досягнення учні здобули нові знання. Привабливість цієї теми в тому, що майже в кожному фізичному, хімічному чи біологічному явищі, про які знають учні, можна виявити вплив закономірностей космічного масштабу, космічних процесів. На виявлення цих зв'язків і слід націлювати учнів. Вони мають показати, що наша планета не ізолювана від решти Всесвіту.

Теоретична, практична і пізнавальна значущість результатів, отриманих учнями під час виконання проекту: фізичні закони діють повсюди у Всесвіті; їх можна застосовувати для опису конкретних фізичних умов як на будь-яких небесних тілах так і у міжпланетному й міжзоряному просторі; життя на Землі можливе не лише за нинішнього стану Всесвіту, але й зумовлене його розвитком.

Діяльність учня під час виконання проекту: самостійна (можлива також парна чи групова, але в такому разі учитель має допомогти учням визначити завдання кожного із них у проекті).

Базові знання учнів, які потрібні для роботи над проектом: для виконання проекту учні застосовують знання, здобуті з курсу «Природознавство», курсів фізики, хімії, біології, географії та історії.

Етапи виконання проекту та поетапні результати: 1. Визначення завдань і складання плану виконання проекту; 2. Збір інформації; 3. Аналіз дібраної інформації та визначення даних, які дають змогу вирішити завдання проекту; 4. Оформлення кінцевих результатів, підбиття підсумків, корегування, висновки.

Форма подання результатів виконаного проекту: усна доповідь на уроці; презентація, публікація на сайті школи тощо.

Результати, здобуті під час виконання проекту, учень (учні) мають обов'язково оформити у матеріальній формі, тобто звітувати про свою роботу. Радимо практикувати такі звіти у формі усної доповіді на уроці. Це дає змогу формувати й розвивати в учнів базові компетентності.

Україна — космічна держава.

Проблема, що вимагає вирішення у процесі виконання проекту: чи є Україна космічною державою.

Учні, мабуть, чули (читали) вислови в різних засобах масової інформації (ЗМІ) про те, що Україна є космічною державою. Але, на підставі яких фактів ЗМІ роблять такі заяви і висновки?

Ціль виконання проекту: виявити аргументовані докази тому, що Україна — космічна держава.

Бачимо, що ціль виконання проекту конкретна — учні мають знайти факти, які б свідчили про те, що наша країна належить до космічних держав світу. Серед цих фактів найважливіші такі: українське коріння має чимало науковців, які були біля витоків як теоретичної, так і практичної космонавтики; в Україні діють підприємства, що випускають космічні ракети-носії та дигуни до таких ракет; українці за національністю та українець, громадяни незалежної України, здійснили польоти у космос.

Теоретична, практична і пізнавальна значущість результатів, отриманих учнями під час виконання проекту: визначення космонавтики, як практичної діяльності, заснованої на використанні фізичних законів та астрономічних знань; внесок науковців та науково-технічних фахівців України у становлення і розвиток світової космонавтики.

Діяльність учня під час виконання проекту: самостійна (можлива також парна чи групова, але в такому разі учитель має допомогти учням визначити завдання кожного із них у проекті).

Базові знання учнів, які потрібні для роботи над проектом: для виконання проекту учні застосовують знання, здобуті з курсу «Природознавство», курсів фізики, хімії, біології, географії та історії.

Етапи виконання проекту та поетапні результати: 1. Визначення завдань і складання плану виконання проекту; 2. Збір інформації; 3. Аналіз дібраної інформації та визначення даних, які дають змогу вирішити завдання проекту; 4. Оформлення кінцевих результатів, підбиття підсумків, корегування, висновки.

Форма подання результатів виконаного проекту: усна доповідь на уроці; презентація, публікація на сайті школи тощо.

Результати, здобуті під час виконання проекту, учень (учні) мають обов'язково оформити у матеріальній формі, тобто звітувати про свою роботу. Радимо практикувати такі звіти у формі усної доповіді на уроці. Це дає змогу формувати й розвивати в учнів базові компетентності.

Не підлягає сумніву те, що сучасна людина має володіти астрономічними знаннями. Адже вони великою мірою визначають науково-природничу картину світу, так чи інакше чинять вплив на світогляд, є частиною загальної культури. Тому ми вважаємо, що навіть у разі, коли підручник, з яким працює вчитель, вміщує мінімум астрономічної інформації чи не вміщує її зовсім, до неї слід звертатися у процесі викладання фізики в 7 — 9 класах.

Астрономічна складова змісту курсу фізики основної школи не лише істотно розширює і поглиблює уявлення учня про будову та властивості навколишнього світу, але й дає змогу формувати цілісне уявлення про явища природи й довкілля загалом. Астрономічний матеріал, як об'єкт навчальної діяльності, стимулює інтерес учнів до навчання і до пізнання конкретних фізичних закономірностей.

Термінологічний словник

Астрономія (від грец. *астрон* — зоря, *номос* — закон) — наука про небесні тіла, закони їх руху, будови і розвитку, а також про будову і розвиток Всесвіту в цілому.

Астрометрія — (грец. *ástron* — зоря, *métron* — міра) — розділ астрономії, що вивчає положення небесних світил на небесній сфері, розв'язує задачі вимірювання часу та ін.

Небесна механіка — розділ астрономії, що вивчає рух небесних тіл під дією закону всесвітнього тяжіння.

Астрофізика — розділ астрономії, що вивчає природу, хімічний склад, походження й еволюцію небесних тіл та їхніх систем.

Небесна сфера — уявна сфера довільного радіуса, в центрі якої перебуває спостерігач і на яку спроектовано всі світила так, як він бачить їх у певний момент часу з певної точки простору.

Екліптика (від грец. *екліпто* — затемнюю) — велике коло на небесній сфері, по якому центр диска Сонця здійснює свій видимий річний рух.

Система світу — уявлення про розміщення в просторі Землі, Сонця, планет і зір. Систему світу центром якої є Земля математично упорядкував К. Птолемей (II ст. н. е.), пояснивши петлеподібний рух планет на небі тим, що вони рухаються рівномірно по малому колу, центр якого водночас рухається навколо Землі. Через 1300 років М. Коперник (1473—1543) замінив систему Птолемея геліоцентричною системою світу, яка правильно пояснює місцезнаходження Сонця й Землі відповідно як центрального світила і рядової планети.

Небесний меридіан — велике коло на небесній сфері, що проходить через полюси світу, зеніт, надир і перетинає горизонт у точках півночі й півдня.

Кульмінація (лат. *culminis* — *вершина*) — проходження світила в добовому русі небесної сфери через меридіан північніше (нижня кульмінація) чи південніше (верхня кульмінація) від полюса світу.

Астероїд (грец. *astér* — зоря, *éidos* — вигляд) — тверде (кам'янисте) небесне тіло зазвичай неправильної форми, що входить до складу Сонячної системи й міститься в поясі астероїдів (орбіта пролягає між Марсом та Юпітером).

Комета (грец. *kométes* — довговолосий) — мале тіло Сонячної системи, що складається з льодів різного походження з домішками твердих речовин і рухається по дуже витягнутій орбіті. Вперше рух комет пояснив Е. Галлей у 1705 р., він також відкрив на прикладі комети Галлея повернення деяких (періодичних) комет до околу Сонця.

Планета — небесне тіло, яке: обертається навколо Сонця; відносно велике й масивне, щоб мати кулясту форму; очищає околиці своєї орбіти (тобто поряд з планетою немає інших співмірних з нею тіл).

Зоря — самосвітнє небесне тіло, що складається з газу.

Туманність — протяжне згущення газу й пилу в Галактиці, яке проявляє себе поглинанням (темна туманність) або випромінюванням (світла туманність) світла.

Нейтронна зоря — кінцевий етап зоряної еволюції, наслідок спалаху Наднової у разі, коли маса зорі, що зазнала стиснення (колапсу), не перевищувала трьох мас Сонця.

Чорна діра — небесне тіло, результат сильного стиснення матерії, сила тяжіння якого така велика, що ні речовина, ні світло, ні інші носії

інформації не можуть його покинути. Вважають, що в чорні діри перетворюються залишки масивних зір, якщо їх маса перевищує приблизно 3 маси Сонця.

Небесні координати — точні положення світил на небесній сфері.

Карта зоряного неба — проекція небесної сфери чи її ділянки на плоску поверхню. Першу карту зоряного неба друкарським способом (на відміну від накреслених уручну в рукописах) виготовив знаменитий художник А. Дюрер у 1515 р.

Астроблема (грец. *astér* — зоря, *bléma* — рана) — залишок від космічної катастрофи під час зіткнень метеоритних, кометних і астероїдних тіл з поверхнями планет та супутників.

Кратер (грец. *crater* — чаша) — утворення на поверхнях планетних тіл, пов'язані в основному з падінням на них космічних тіл значної маси. Такі процеси особливо інтенсивно відбувалися на початкових стадіях розвитку Сонячної системи 4—5 млрд. років тому.

Протозоря — гравітаційно зв'язана сферична хмара газу й пилу, що перебуває у стані гравітаційного стискання. Стадія протозорі — перший етап у формуванні зорі.

Білий карлик — заключний етап еволюції зорі з масою не більше 1,4 маси Сонця.

Джерела інформації

1. Т. М. Богдан, «Пропедевтика астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи», дис. канд. пед. наук, Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ, 2007.
2. О. Р. Шефер, та В. В. Шахматова, *Методика изучения элементов астрономии в курсе физики основной и средней (полной) школе*. Челябинск, Россия: Образование, 2010.
3. М. В. Головка та ін., *Фізика*. Київ, Україна: Педагогічна думка, 2015.
4. А. А. Гурштейн. Астрономия в кругу наук // На рубежах познания Вселенной (Историко-астрономические исследования, XXII) / Под ред. А.А. Гурштейна. — М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. — С. 33.
5. Koyré A. Les Étapes de la Cosmologie et Scientifique//Les études d'histoire de la pensée scientifique. — Paris, 1966. — P. 73—84.
6. Анри Пуанкаре. О науке: Пер. с франц. — М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1983. — 560 с.
7. С. Р. Филонович. Астрономия и физика XVII—XVIII веков: взгляд экспериментатора // Историко-астрономические исследования, вып. XX/ Ответст. ред. А.А. Гурштейн. — М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. — С. 64—80.
8. Астрономия. Методология. Мировоззрение. Физика и космология. — М. : Наука, 1979. — С. 121.

-
9. Б. А. Воронцов-Вельямынов. Сборник задач по астрономии: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1980. — 56 с.
 10. В. Г. Чепрасов. Завдання, запитання і задачі з астрономії: Посібник для вчителів. — К. Рад. школа, 1984, — 144 с.
 11. А. М. Казанцев, І. П. Крячко. Збірник різнорівневих завдань для проведення державної підсумкової атестації з астрономії. — Х. : Гімназія, 2008. — 48 с.

2.4. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ПОЛІТЕХНІЧНОГО СКЛАДНИКА ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ З ФІЗИКИ

Дослідити закономірності формування в учнів основної школи політехнічного складника предметної компетентності з фізики дає змогу відповідна методика, завдання якої полягають у тому, щоб на основі вивчення соціально-економічного запиту щодо підготовки молоді, здатної у майбутньому забезпечити розвиток науки та високотехнологічного виробництва та дослідження основних напрямків і тенденції розвитку політехнічної освіти виявити зв'язки між загальними цілями навчання фізики в школі та комплексом засобів спрямованих на формування якостей особистості, які дозволяють бути їй конкурентноздатною, професійно затребуваною і мобільною, що може вільно орієнтуватися у системі технологічного виробництва. На основі виявлених зв'язків розкрити сутність і функції цільового, змістового, процесуального та контрольного-оцінного компонентів методики.

Нами також враховано, що відповідно цінностям конкретного суспільства задається мета формування особистості, а отже, та чи інша педагогічна система: змінюється мета — повинна змінюватись й система. Тому створювана методика формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики повинна бути гнучкою і забезпечити результативність політехнічної освіти за умов модернізації системи освіти в Україні.

Проектуючи методику формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики ми виходили з позицій, що ця методика має відповідати таким умовам:

- забезпечувати формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, реалізовувати запропоновані «Новою українською школою» наскрізні змістовні лінії «Екологічна безпека та сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість та фінансова грамотність»;

-
- сприяти формуванню ключових компетентностей учнів основної школи під час вивчення фізики та професійному самовизначенню школяра й свідомому вибору ним професії та профілю навчання в старшій профільній школі;
 - бути гнучкою щодо можливості її використання у різних регіонах України та різних типах навчальних закладів.

Концептуальними основами побудови методики формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики є розглянуті нами у розділі 1 засади політехнічної освіти та компетентнісний підхід.

Методика формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики представлена у вигляді моделі (рис. 2.1), у якій подані й описані всі взаємозв'язані елементи.

Цільовий компонент методики дозволяє встановити передбачення кінцевого результату, залежно від ієрархії цілей, починаючи із запиту суспільства і завершуючи цілями конкретного використаного прийому навчання. Відповідно постановка освітніх цілей в методиці формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики здійснюється на трьох рівнях: *загальному* (цілі, які визначені суспільно-державним замовленням, включаючи і загальну мету освіти), *конкретному* (цілі вивчення фізики в основній школі) і *оперативному* (цілі, що визначають специфіку вибору методів і прийомів навчання). Визначаючи на загальному рівні освітні цілі формування політехнічного складника предметної компетентності учнів ми виходимо з економічної моделі побудови суспільства, в якій економічна могутність створюється та примножується переважно за рахунок творчої інноваційної праці. Формування учня-інноватора визначено і концепцією НУШ: «Освічені українці, всебічно розвинені, відповідальні громадяни і патріоти, здатні до інновацій, — ось хто поведе українську економіку вперед у XXI столітті». За експертними прогнозами, у майбутньому найбільш затребуваними на ринку праці будуть спеціалісти як інтелектуальної так і виробничої сфер, яких об'єднує те, що це мають бути кваліфіковані кадри, які можуть постійно вчитися.

Необхідність уміння вчитися впродовж життя обумовлена дією закону зміни праці, що постійно ставить значну кількість працівників перед проблемою опанування новою професією внаслідок об'єктивної зміни у структурі виробництва. Усяка зміна трудових функцій сучасного працівника пов'язана не тільки з переходом до іншого виду праці, а й постійною зміною умов діяльності на кожному робочому місці. Яскравим прикладом тому є сучасна сільськогосподарська техніка, оволодіння якою потребує нових знань, пов'язаних з сучасними програмними засобами.

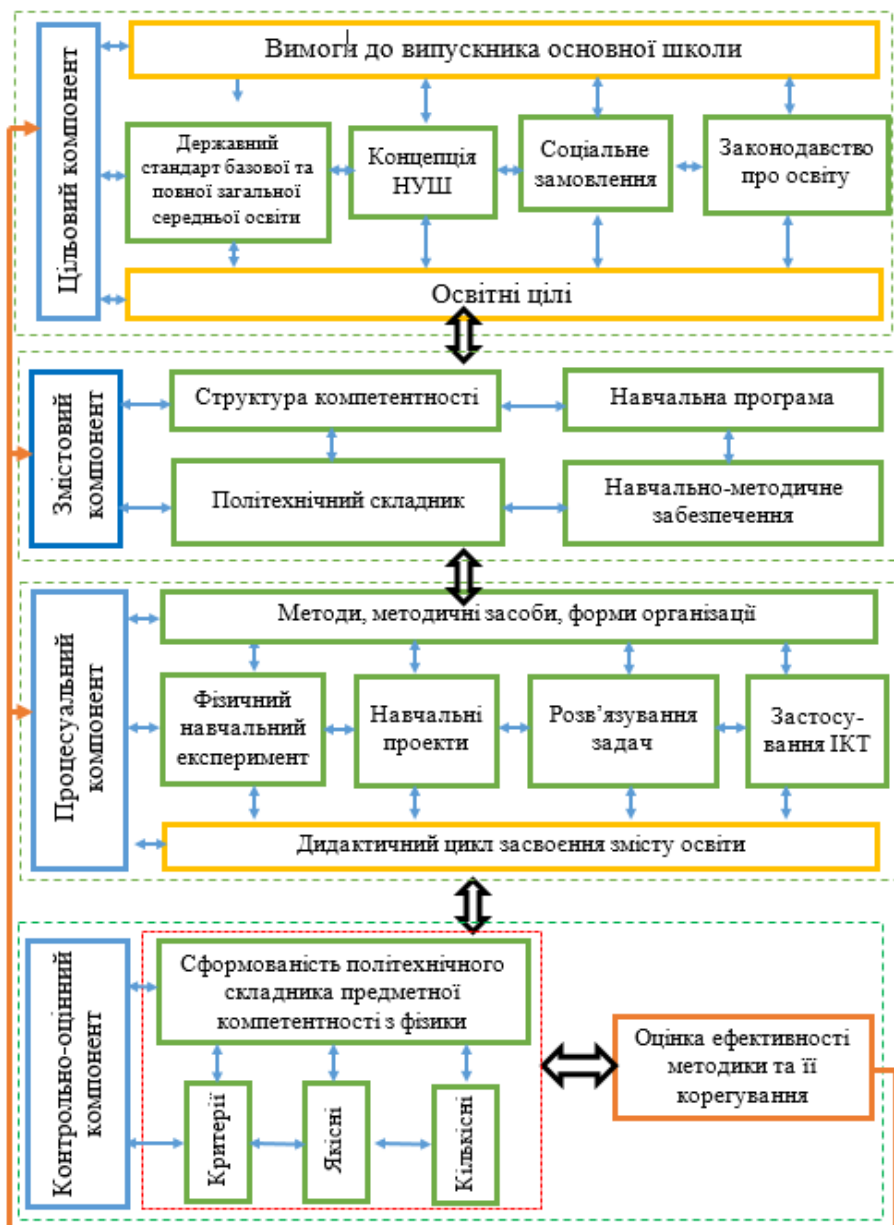


Рис. 2.1. Модель методики формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики учнів основної школи

Нами проаналізовано загальні цілі, що відображаються в державних освітніх документах, і як вони потім конкретизуються в навчальних програмах з фізики, в підручниках, навчальних і методичних посібниках, дидактичних матеріалах для учнів. Це дало змогу прослідкувати як відображається ціль формування політехнічного складника предметної компетентності на кожному з рівнів, де і як слід корегувати цілі навчання, щоб максимально сприяти усвідомленню педагогами і учнями мотивації формування політехнічних знань, вмінь, ціннісних ставлень та організації відповідної навчально-пізнавальної діяльності; яким чином можна ефективно організувати навчання фізики, щоб з одного боку сформувати ключові та предметну компетентність учнів з фізики, а з іншого — готувати учнів до вибору майбутньої професійної діяльності.

Узявши ці міркування за основу, сформулюємо цілі формування політехнічного складника предметної компетентності учнів загальноосвітньої школи так:

- забезпечити учнів знаннями наукових принципів найважливіших технологічних процесів провідних галузей народного господарства;
- забезпечити учнів знаннями провідних напрямів науково-технічного прогресу, будови і принципів дії та правил експлуатації найпоширеніших засобів виробництва;
- забезпечити учнів знаннями основ економіки, екології й управління виробництвом;
- виробити вміння бачити дію законів фізики у промисловості, у виробництві та сфері обслуговування;
- виробити вміння застосовувати закони фізики для розв'язування практично і технічно важливих завдань;
- розвинути конструкторські та винахідницькі здібності;
- підготувати випускників основної школи до вибору професії чи профілю навчання у старшій школі;
- виробити обчислювально-вимірювальні, інструментальні, проектно-конструкторські та комунікативно-управлінські вміння.

Враховуючи вікові пізнавальні можливості учнів основної школи, цілі формування політехнічного складника предметної компетентності учнів конкретизуємо так:

- ознайомити учнів із основами сучасного виробництва, провідними напрямами науково-технічного прогресу; продемонструвати вплив фізики на розвиток технологій, нових напрямів підприємництва; спонукати учнів до вміння аналізувати причинно-наслідкові зв'язки, прогнозувати роль наукових досягнень;

-
- навчити використовувати знання з фізики для вирішення завдань, пов'язаних із реальними об'єктами природи і техніки, матеріальними й енергетичними ресурсами; для генерування ідей та ініціатив щодо проектної, конструкторської та винахідницької діяльності;
 - за рахунок врахування вікових особливостей підлітку, зокрема формуванням ціннісного ставлення до системи «людина-техніка» і озброєння методами пізнання природи, дати змогу виявити конструкторські, комунікативні, дослідницькі та інші здібності учнів, що сприятиме розумінню учнями завдань і способів здійснення навчальної діяльності як особистісно значущих;
 - сприяти вмінню оцінювати власні здібності щодо вибору майбутньої професії, її зв'язок з фізикою чи технікою, можливість застосування набутих знань з фізики в майбутній професійній діяльності, для ефективного вирішення повсякденних проблем.

Наступним компонентом методики формування політехнічного складника предметної компетентності учнів є *змістовий компонент*, який дає конкретну відповідь на питання, чому вчити учнів, і який політехнічний зміст має бути відібраними для вивчення.

Змістовий компонент тісно пов'язаний із цільовим у тому сенсі, що шляхом їх реалізації здійснюється орієнтація навчання на результат у формі розвинутих ключових і предметної компетентностей учнів, структури їхніх політехнічних знань, поглядів, ціннісних ставлень, успішної самореалізації в професії і житті, формування особистості, патріота, інноватора, здатного конкурувати на ринку праці, розвивати економіку, навчатися неперервно впродовж життя.

Донедавна навчальні програми розглядалися як документ, що визначає зміст предмета і вимоги до його опанування. В умовах реформування освіти змінюється вимоги і до структури навчальних програм, як документу, в якому окреслюється коло компетентностей, якими має оволодіти учень з навчального предмету, перелік та послідовність вивчення тем навчального матеріалу, рекомендації щодо кількості годин на кожну тему, розподіл тем за роками навчання та час, відведений на вивчення навчального предмету. У навчальних програмах з фізики для основної школи уже на перше місце перенесено, запропонований концепцією Нової української школи структурний компонент «Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів». З урахуванням компетентнісного підходу результати навчально-пізнавальної діяльності учнів є сукупністю знанневого, діяльнісного і ціннісного складників.

У пояснювальній записці навчальної програми з фізики для 7-9 класів розкрито загальну мету шкільної освіти, сутність компетентнісного

підходу і роль предмета «Фізика» у формуванні ключових компетентностей, з'ясовано особливості запровадження наскрізних змістовних ліній: «Екологічна безпека та сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість та фінансова грамотність», які відображають провідні соціально й особистісно значущі ідеї, що послідовно розкриваються у процесі навчання й виховання, прогнозовано портрет випускника основної школи.

Ураховуючи вище зазначене, та результати здійсненого нами аналітичного дослідження теорії і практики компетентнісного підходу вважаємо, що реалізація запропонованої методики повинна забезпечувати формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики за **п'ятьма складовими**: ціннісні ставлення; політехнічні знання; політехнічні вміння; досвід практичної діяльності; політехнічно значущі якості особистості та сприяти формуванню ключових компетентностей учнів основної школи.

Відзначимо, **що політехнічними знаннями** є знання, що відносяться до сфери сучасної техніки й відображають її загальні основи роботи. Політехнічні знання представлені фундаментальними, тобто природничо-науковими, суспільно-політичними, науково-технічними, технологічними та організаційно-економічними знаннями. Зміст політехнічних знань являє собою систему наукових понять, законів, які відображають основи сучасної техніки, сучасного виробництва, сфери послуг та споживання та принципи управління ними. Політехнічними можуть бути узагальнені знання, які виступають в якості основи різних видів та форм діяльності людини у системі «наука — виробництво». Для політехнічних знань важливим є їхня велика мобільність та міжпрофесійний характер. Політехнічні знання забезпечують нерозривну єдність інтелектуального та дієво-практичного чинників, що формують особистість.

До **політехнічних умінь** ми відносимо такі уміння: графічні, обчислювальні, вимірні, дослідницькі, діагностичні, конструкторські, контролю та самоконтролю, моделювання, організації робочого місця, управління технічними та технологічними пристроями різних типів, виявлення та усунення наслідків недоліків, складання креслень, схем тощо. Уміння, спрямовані на діяльність у галузі техніки та технології є способом практичної реалізації політехнічних знань. Особливе місце посідає вміння застосовувати набуті знання на практиці, у виробничій та побутовій сферах діяльності людини.

У ході дослідження нами встановлено, що **політехнічно значущими якостями особистості** є критичне та креативне мислення, ініціативність, інноваційність, комунікативний потенціал, практична спрямованість,

інтегративність, динамічність, здатність до самостійної та творчої діяльності, до самоаналізу, здатність орієнтуватися у системі суспільного виробництва і сфер життя, активність, відповідальність за власні дії.

Досвід практичної діяльності формується на основі практичного застосування законів природи і суспільства. Їх вивчення сприяє підвищенню теоретичного рівня освіти, розвитку мислення, пробудженню інтересу до науки та виробництва.

Формування **ціннісних ставлень** спрямовано на збереження природи, гармонійну взаємодію людини, природи та техніки, а також на ідеї сталого розвитку.

Змістовий компонент вирішує такі завдання методики формування політехнічного складника предметної компетентності учнів як відбір змісту, що є системою знань, умінь, ціннісних ставлень, необхідною і достатньою для забезпечення поступального розвитку людини і суспільства, формування досвіду практичної діяльності, викликати в учнів інтерес до вивчення фізики, техніки та технологій, бути спрямованим на професійне самовизначення підлітка, відображати як поточні, так і перспективні потреби. Саме потреби найбільшою мірою є основою формування політехнічного змісту навчання фізики в основній школі. Зміст навчального матеріалу (реалізований нами у навчально-методичному забезпеченні: підручник, збірник завдань, календарне планування, методичні рекомендації тощо) комплектується з урахуванням загальнометодологічних, культурологічних, світоглядних та психолого-педагогічних принципів.

Процесуальний компонент методики формування політехнічного складника предметної компетентності учнів визначає конкретний вибір видів діяльності учителя і учнів, спрямованих на досягнення відповідного очікуваного результату. Ми у своїй методиці дотримуємося загально визнаного підходу, що процес навчання має формуватись на логіці засвоєння знань.

Етапи засвоєння змісту освіти запропоновані І. М. Чередовим схематично зображено на рис. 2.2



Рис. 2.2. Етапи засвоєння змісту освіти

У «Педагогічному словнику» [51] сприймання трактується як процес формування цілісного образу предметів, явищ, подій чи ситуацій довкілля, що виникає при безпосередній дії подразника на аналізатор чи систему аналізаторів (зір, слух, смак, нюх, дотик). Далі сприймання має перейти на другий щабель — розуміння, спрямованість розумового процесу на виявлення істотних рис, властивостей, зв'язків предметів та явищ. Далі йде третій щабель — осмислення, розумовий процес за якого встановлюються зв'язки між вивченим й вже відомим. Четвертий щабель — узагальнення, розумовий процес за якого відбувається перехід від одиничного до загального або від менш загального до більш загального, а також результат цього процесу. Систематизація знань полягає у виділенні та фіксуванні загальних, інваріантних властивостей предметів та явищ, а також зв'язків між ними. Повторне осмислення й узагальнення на якісно новому рівні відбувається на п'ятому щаблі — закріплення. На останньому щаблі відбувається застосування знань, за якого формуються вміння, навички та ціннісні ставлення.

Ця схема засвоєння етапів змісту освіти характерна для знанневої моделі освіти, за компетентнісного підходу вагоме значення, крім знань умінь та навичок, має досвід практичної діяльності та формування ціннісних ставлень та якостей особистості.

Кожен з етапів навчального процесу підпорядкований загальній меті — засвоєння змісту освіти, водночас має специфічні функції, які є домінуючими в різні моменти навчально-виховного процесу. На кожному етапі вчитель застосовує ті методи та прийоми навчання, що є найбільш доцільними.

При спробі розгорнути процес навчання в часі, представити його в динаміці виникає питання про визначення його одиниці, що мала б властивості цілісності самого об'єкта і привела б до реалізації процесу навчання. Велика увага цим питанням приділена в дослідженнях Л. Я. Зоріної. Провівши відповідний аналіз, вона прийшла до висновку, що ця цілісність повинна досягатися єдністю різних елементів або ланок процесу навчання при його розгортанні — дидактичним циклом.

Дидактичний цикл і є тією структурною одиницею процесу навчання, що має всі якісні характеристики та виконує функцію максимально повної організації засвоєння змісту освіти.

Реалізація методики формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики може бути описана з використанням поняття дидактичного циклу. На рис. 2.3 зображено встановлену нами відповідність етапів дидактичного циклу етапам засвоєння змісту освіти.

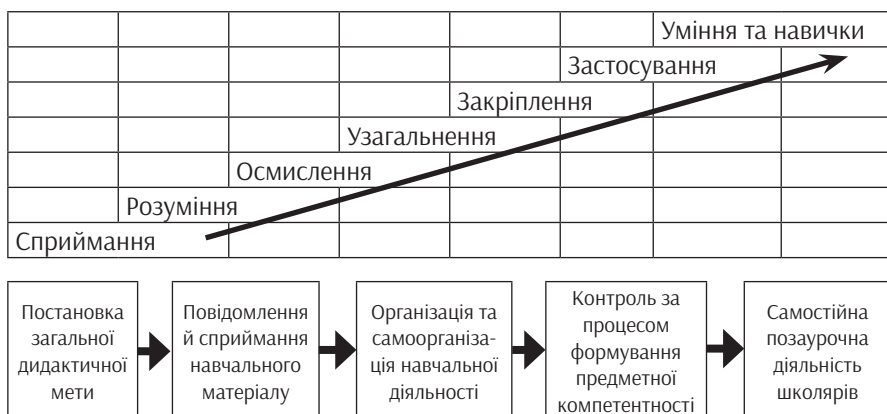


Рис. 2.3. Етапи дидактичного циклу в методиці формування політехнічного складника предметної компетентності

Розглянемо основні етапи дидактичного циклу, на базі яких реалізована методика формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики.

1. Структуризація змісту навчання. Для цього пропонуємо у змісті шкільного курсу фізики основної школи виділити модульні (тематичні) структури, що містять політехнічні знання. Значні, за обсягом відведеного на їх вивчення часу, теми можуть поділятися на кілька модулів (підтем). Кожна тема містить теоретичний матеріал, а також лабораторні роботи та навчальні проекти, що забезпечує формування певних політехнічних вмінь, отримання досвіду практичної самостійної діяльності.
2. Постановка загальної дидактичної мети. На цьому етапі мета вивчення теми (змістового модуля) має бути сформульована й повідомлена учням. Школярі мають її усвідомити, щоб у подальшому у них не виникало сумнівів в необхідності вивчення теми. На цьому етапі важливо максимально вплинути на органи чуттів учня за допомогою використання технічних засобів навчання, зокрема комп'ютера та мультимедійного проектора, що дозволить наочно й яскраво проілюструвати мету вивчення теми. Проте не слід обмежуватись використанням мультимедійної презентації, демонстрація реальних фізичних явищ, технологічних процесів, побутових приладів дає учням зрозуміти, що фізика це наука про реальний, а не віртуальний світ.
3. Повідомлення й сприймання навчального матеріалу. На цьому етапі слід максимально використати наочність яка є у розпорядженні вчителя. Особливу увагу слід приділити демонстраційному експерименту. Навчальний матеріал, що повідомляється учням може супроводжуватись фото та відео фрагментами, також формуючи ключову інформаційно-цифрову компетентність учня слід продемонструвати можливості Інтернет для

отримання довідкових даних. Проте, зауважимо, що при наявності плакатів, таблиць виготовлених на папері перевагу слід віддавати їм перед використання мультимедійної проекції. Підлітки перенасичені цифровим світом й використання саме традиційної наочності викликає більший інтерес ніж відповідна проекція на екрані.

На цьому етапі можна ефективно формувати такі ключові компетентності, як «спілкування державною (і рідною в разі відмінності) мовами», «спілкування іноземними мовами». Для цього можна скористатись методом евристичної бесіди. В ході такої бесіди навчальний матеріал не повідомляється педагогом, а з'ясовується завдяки ланцюжку роздумів, при якому кожна наступна думка логічно впливає з попередньої. Евристична бесіда дозволяє познайомити учнів з основними етапами пізнання того чи іншого явища чи етапами створення приладу й труднощами, які вдалось подолати вченим та інженерам. Це сприяє розвитку мислення, формуванню ціннісних ставлень до техніки.

4. Організація та самоорганізація навчальної діяльності. Формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи на цьому етапі відбувається при розв'язанні практико-орієнтованих задач, виконанні лабораторних робіт та проведення різноманітних експериментів.

Формування фізико-технічних, конструкторських, експериментальних умінь та навичок, а також накопичення досвіду практичної діяльності відбувається саме під час виконання різноманітних експериментів, навчальних проектів. Повною мірою діяльнісний підхід застосовується при роботі школярів з лабораторним обладнанням, електронікою й цифровою технікою. Це позитивно впливає на пізнавальний інтерес та пізнавальну активність підлітків. Формуються навички поводження з контрольно-вимірювальною апаратурою, приладами керування, засвоюють правила безпеки життєдіяльності. Самостійне виготовлення нескладних навчальних приладів забезпечує формування конструкторських вмінь та навичок учнів, привчають їх поводитися з найпоширенішими знаряддями праці тощо.

Включення школярів у пошук використання вивчених явищ та законів для створення різних пристроїв, що полегшують працю людини активізує їх мислення, вчить критично аналізувати запропоновані ідеї й прогнозувати доцільність впровадження. Таким чином ми одночасно з політехнічним складником предметної компетентності учнів основної школи з фізики реалізуємо наскрізні змістові лінії «Підприємливість та фінансова грамотність», «Екологічна безпека та сталий розвиток», «Здоров'я та безпека» адже використання надбань фізичної науки потребує сучасний стиль життя у високотехнологічному, інформаційному суспільстві.

-
5. Контроль за процесом формування предметної компетентності. На цьому етапі вчитель у ході бесіди оцінює рівень знань, набутих учнями умінь та навичок. Особлива увага зосереджується на формуванні ціннісних ставлень до системи «людина—техніка», які можна оцінити під час виконання учнями навчальних дій. Про сформованість ціннісних ставлень свідчить додержання учнями правил безпеки, правильне використання вимірвальних приладів тощо. Обговорення результатів лабораторної роботи дозволяє виявити допущені учнями помилки й вплинути на формуванні ціннісних ставлень до техніки.
 6. Самостійна позаурочна діяльність школярів. На цьому етапі учні здобувають досвід самостійного отримання знань, формується ключова компетентність «уміння вчитися впродовж життя». При виконанні навчального проекту вчитель виступає в ролі тьютора, надає учням допомогу, направляє й координує їх самостійну навчальну діяльність.

Важливим є проведення екскурсій, зокрема віртуальних, на сучасне виробництво. Це дає можливість учням побачити прояв та застосування фізичних явищ у конкретній виробничій ситуації переконує у значимості фізичних знань для фахівців різних спеціальностей.

Таким чином процесуальний компонент методики формування політехнічного складника предметної компетентності учнів ґрунтується на технологічному підході: технології модульно-тематичного відбору політехнічного змісту в курсі фізики основної школи (для побудови різних організаційних форм навчального процесу), технології розроблення і удосконалення методів, форм та засобів навчання, технології побудови взаємодії між учасниками навчально-виховного процесу тощо. Провідним елементом методики є технології проектно-модульного навчання, оскільки вони є інваріантною складовою політехнічної освіти.

В умовах реформування шкільної освіти в Україні роль, місце та функціональні обов'язки педагога докорінно змінюються — він обов'язково має володіти новими технологіями, вміти самостійно відбирати, оцінювати, аналізувати та застосовувати найбільш цінні й доцільні освітні ресурси. Тому особливо важливою є підготовка високопрофесійних педагогічних та науково-педагогічних кадрів, які володіють і активно застосовують нові технології. Без використання інформаційних, комунікаційних та мультимедійних технологій, введення відповідних змін до навчальних планів та програм, перегляду методики навчання забезпечити політехнічну освіту неможливо. Політехнічна освіта в умовах інформаційного суспільства потребує спеціальної організації освітнього простору учня. А уміння ефективно використовувати можливості сучасних інформаційно-комунікаційних технологій — один із показників освіченості. Ми у своєму дослідженні вважаємо, що використання сучасної

техніки та інформаційно-комунікаційних технологій на уроках фізики формує ціннісні ставлення до системи «людина-техніка», як важливий компонент політехнічного складника предметної компетентності з фізики учнів основної школи.

Процесуальний компонент визначає вибір методів, засобів і форм навчання таким чином, щоб забезпечити вчителя засобами для організації та управління процесом навчально-пізнавальної діяльності, а школярів, — засобами учіння, які стимулюють, активізують самостійну діяльність на уроках, сприяють підвищенню ефективності навчання в цілому і забезпечують особистісний розвиток учня. Найважливішими інструментами вчителя є засоби навчально-методичного та організаційно-педагогічного забезпечення навчання, які покликані допомогти вчителю сформувати в учня потребу оволодіти не тільки конкретним змістом предмета, певним обсягом інформації, а й умінням узагальнювати вивчене, перевіряти достовірність знань, застосовувати їх у тій чи іншій конкретній ситуації, виявляти свою компетентність і водночас сприяти їх професійному самовизначенню. Тому ключовим елементом пропонованої методики навчання є розроблене нами навчально-методичне забезпечення з фізики для основної школи.

Високотехнологічна техніка й інформаційні технології дуже швидко оновлюються. Поєднання технологій проектного й модульного навчання зумовлює вибір оптимальних організаційних форм політехнічної освіти.

Добір організаційних форм політехнічної освіти залежить від навчальної програми з фізики основної школи, змісту позакласної роботи у навчальному закладі, вибору факультативів, курсів допрофільної підготовки. Вагоме значення має система групових заходів (екскурсії, виставки, презентації тощо) та навчальних проектів з міжпредметним, політехнічним змістом. У процесі проектно-політехнічної діяльності можна, наприклад, провести енергоаудит будинку, виявити фактори, що спричиняють втрату енергії; організувати соціологічне опитування з питань екологічної освіченості, створити фільм про сучасну техніку, розробити web-сайт, а також організувати екскурсії, виставки тощо. Перевагами такої форми роботи є: знання невеликого обсягу теоретичного матеріалу, короткочасність, використання міжпредметних зв'язків, які підтверджують універсальність політехнічної освіти.

Контрольно-оцінний компонент методики формування політехнічного складника предметної компетентності учнів має подвійні функції. З одного боку він спрямований на з'ясування ефективності функціонування всієї моделі методики навчання, вивчення результативності дій кожного її компонента, своєчасне внесення оптимальних корективів. З

іншого — організацію процесу оцінювання для визначення рівня сформованості політехнічного складника предметної компетентності.

Вважаємо, що діагностика сформованості політехнічного складника предметної компетентності має відбуватися по кожному компоненту. Діагностику знань пропонуємо здійснювати за допомогою комп'ютерного тестування або традиційними методами. Діагностика практичних вмінь може бути виявлена у ході виконання самостійних практичних, лабораторних та експериментальних завдань, при використанні методики поопераційного аналізу. Отриманий практичний досвід діагностується під час виконання проектних завдань й виконання навчального політехнічного проекту, за результатами оцінки рівня самостійності учнів під час виконання певних операцій. Наявність у учнів ціннісних орієнтацій та особистісних якостей може бути діагностовано за допомогою анкетування, спостереження та бесіди.

Аналіз інформації, отриманої внаслідок діагностики та контролю, може стати причиною для корегування методики формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики.

Прямий (передача інформації й досвіду, реалізована у формах навчання) та зворотній (контроль та діагностика) зв'язки в методиці навчання циклічно пов'язані, а порушення цього зв'язку веде до некерованості процесу навчання.

Оскільки весь комплекс елементів методики розроблено з позицій політехнічної освіти та компетентнісного підходу, то основними завданнями розробленої нами методики навчання є:

- використання найбільш раціональних та ефективних прийомів, методів та організаційних форм, що найбільш точно реалізують завдання формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики учнів основної школи;
- реалізація методологічного підходу з метою забезпечення необхідного рівня політехнічної освіти, сформованості предметної і ключових компетентностей, наукового стилю мислення, розвиток інтересів, здібностей, пізнавальних та практичних умінь, які будуть зумовлювати адаптацію учнів до наступного навчання та життя, дають можливість випускнику основної школи вдосконалювати себе;
- спрямування методичних засобів і прийомів навчання фізики на професійну діяльність, формування способів професійного мислення і свідомості;
- дотримання принципів політехнізму, що припускає не стільки збільшення обсягів і розширення змісту, скільки створення умов

для вивчення в курсі фізики таких сутнісних положень, які можуть бути перенесені на широке поле майбутньої професійної діяльності.

Основні функції методики: гносеологічна, гуманістична, проектувальна, нормативна і рефлексійна.

Гносеологічна функція спрямована на пізнання навчального процесу як об'єкта конструювання; на створення інформаційного «банку» способів вирішення психолого-педагогічних завдань.

Гуманістична функція спрямована на затвердження в педагогічному процесі цінності особистості дитини, становлення позитивної концепції «Я — компетентна особистість» учня.

Проектувальна функція проявляється в операційному, процедурному, технологічному забезпеченні навчально-виховного процесу, тобто у проектуванні структури змісту, форм, методів навчання і практичної діяльності учасників педагогічного процесу, виборі найбільш ефективних педагогічних, методичних прийомів вирішення конкретних ситуацій.

Нормативна функція підтримує дотримання педагогічних норм, що виконують функцію цінностей в освітній діяльності, зумовлює урахування вимог, приписів, правил до проектування навчально-виховного процесу, до створення і здійснення конкретних педагогічних технологій, забезпечує цілеспрямовану діяльність з реалізації освітнього стандарту.

Функція рефлексії забезпечує осмислення суб'єктами навчального процесу основ своєї діяльності, у ході якої здійснюється оцінка і переоцінка своїх здібностей, помилок і можливостей; створення умов для розвитку.

Особливу увагу в запропонованій методиці приділено **професійній орієнтації** школярів, що обумовлено необхідністю усвідомленого вибору учнями профілю навчання у старшій профільній школі. Передбачено цілеспрямовану діяльність, спрямовану на формування готовності до життя в сучасному суспільстві, ознайомлення учнів з основними професіями й їх затребуваністю на ринку праці регіону, країни, світу. Оскільки сучасна техніка використовуються фахівцями всіх спеціальностей, то професійна орієнтація спрямована не лише на вибір учнями природничо-математичного чи технологічного профілю навчання. Розкриття ролі політехнічних знань для професій гуманітарного напрямку підвищує пізнавальну активність учнів, що планують навчатись у класах чи професійних навчальних закладах відповідного профілю після закінчення основної школи.

Враховуючи вподобання учня у світі професій, його здібності, вчитель тим самим створює індивідуальну освітню траєкторію для школяра та забезпечує її педагогічний супровід. Це усіляко сприяє розвитку інди-

відуальних здібностей учня; забезпечує оволодіння шкільною програмою з фізики учнями, які мають різний рівень навчальних досягнень; забезпечує професійне самовизначення; створює необхідну основу для продовження освіти в професійній сфері. Це все забезпечується насамперед добором завдань та питань для учня, що є для нього особистісно значущими з огляду на його майбутню сферу професійної діяльності.

Професійна орієнтація включає такі елементи: професійна інформація, професійна консультація, професійний відбір та професійна адаптація [3; 9; 23].

Професійна інформація забезпечує ознайомлення із змістом і перспективами розвитку професій, формами та умовами оволодіння ними, станом та потребами ринку праці в кадрах, вимогами, необхідними для набуття конкретних професій, можливостями професійно-кваліфікаційного становлення.

Професійна консультація ґрунтується на науково організованій системі взаємодії психолога та школяра, що потребує допомоги у виборі професії чи профілю навчання на основі вивчення його індивідуально-психологічних характеристик, професійних інтересів, нахилів, стану здоров'я, особливостей життєвої ситуації та з урахуванням потреб ринку праці.

Професійний добір — система профдіагностичного обстеження особи, спрямована на визначення конкретної професії, найбільш придатної для оволодіння нею конкретною особою, проводиться з метою визначення ступеню придатності особи до окремих видів професійної діяльності й реалізується через виконання учнем під час виконання лабораторних робіт та навчальних проектів тих видів навчальної діяльності, що знадобляться йому у професійній діяльності.

Професійна адаптація покликана сприяти практичній перевірці правильності професійного вибору.

Реалізація вчителем завдань, пов'язаних з профорієнтацією школярів, обумовлює появу нових напрямів у його професійній діяльності: пошук, збирання і збереження інформації про професії, навчальні заклади, робочі місця тощо; оволодіння методиками психологічного тестування професійно важливих якостей учнів, здібностей, інтересів, аналіз їх можливого застосування у майбутній професії.

Жодна навчальна програма з фізики в школі не передбачає надання учням уявлення про конкретні професії. Однак при формуванні політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики вчитель ефективно сприяє професійному самовизначенню школярів шляхом їх ознайомлення з практичним застосуванням фізичних знань на виробництві та особливостями професій, що його обслуговують.

Таким чином, виходячи з мети дослідження та на основі аналізу різноманітних методик формування предметної компетентності з фізики, нами було спроектовано методику формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики учнів основної школи. Методика відповідає сучасному стану системи освіти й основним тенденціям її розвитку. У методичці є традиційні компоненти, які конкретизовані відповідними елементами, спрямованими на безпосереднє формування політехнічного складника предметної компетентності учнів з фізики в основній школі, і які взаємопов'язані, що дозволяє коригувати процес навчання школярів.

Зміст освіти має відповідати її меті. Стратегічною метою політехнічної освіти школярів у процесі вивчення фізики в основній школі є формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики учнів основної школи. Нами було зазначено, що структурними компонентами політехнічного складника предметної компетентності з фізики учнів основної школи є: ціннісні орієнтації, політехнічні знання, досвід практичної діяльності, політехнічно значущі якості особистості, ціннісні орієнтації, відповідно формування цих компонентів й є основною метою політехнічної освіти.

Традиційно у вітчизняній педагогічній науці та практиці виділяють три взаємопов'язані мети освітнього процесу: 1) навчальну; 2) розвивальну; 3) виховну. Насамперед їх урахує вчитель, готуючись до навчального заняття, та зазвичай зазначає в конспекті уроку. Загальна мета нашої методики є формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики. Цю мету можна диференціювати за навчальною, розвивальною й виховною метою (табл. 2.1). Використання традиційного підходу до формування мети освітнього процесу не суперечить запропонованій нами у першому розділі структурі предметної компетентності учня з фізики, яку ми формуємо.

Таблиця 2.1

Мета освітнього процесу при формуванні політехнічного складника предметної компетентності учнів з фізики

Навчальна	Поглиблення знань з фізики, інформатики та технологій. Формування предметної та ключових компетентностей. Формування експериментальних, технічних, конструкторських вмінь та навичок.
Розвивальна	Розвиток ціннісного ставлення до техніки. Формування мотиваційних ставлень. Розвиток технічного мислення. Розвиток пізнавального інтересу.
Виховна	Формування наукового світогляду. Вміння працювати в команді. Формування навичок організації та самоорганізації. Професійне самовизначення.

Відбір змісту політехнічної освіти має відповідати принципам політехнічної освіти, виділеним у першому розділі. Основні завдання політехнічної освіти в процесі навчання фізики: формування знань про наукові основи сучасного виробництва; формування системи політехнічних умінь і навичок, практичне оволодіння об'єктами техніки та технології; розвиток творчих здібностей і технічного мислення школярів; підготовка учнів до праці в галузі сучасної техніки.

Відповідно до основних завдань формується зміст політехнічної освіти, що реалізується як взаємозалежна діяльність учителя та учня. Причому, діяльність учителя, спрямована на розкриття фізичних основ сучасного виробництва, передбачає керівництво сприйняттям учнем політехнічного матеріалу з урахуванням рівня сформованості вмінь і навичок, висвітлення практичного застосування вивчених законів і теорій у техніці. Учень не повинен бути пасивним слухачем: передбачається його активна пізнавально-перетворююча, науково-виробнича, самостійна продуктивна, пошуково-творча, дослідницька, трудова діяльність.

Механізм реалізації принципу політехнізму в курсі фізики включає:

- вивчення фізичної основи дії конкретного технічного пристрою;
- розуміння учнем фізичного принципу, що лежить в основі конструктивних властивостей пристрою;
- навчання вмінню використовувати конкретні технічні пристрої, що реалізують вивчений фізико-технічний принцип.

У результаті цілеспрямованої взаємопов'язаної діяльності вчителя та учня з опорою на зазначений механізм формуються політехнічні знання, уміння та навички, ціннісні ставлення й учень здобуває досвід практичної діяльності. При проектуванні змісту політехнічної освіти слід враховувати наявність й зміст позакласних та факультативних занять з фізики.

Процес навчання фізики в основній школі спрямовується на розвиток особистості учня, становлення його наукового світогляду й відповідного стилю мислення, формування предметної, науково-природничої (як галузевої) та ключових компетентностей, реалізацію наскрізних змістових ліній «Екологічна безпека та сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість та фінансова грамотність», що згідно «Нової української школи» реалізуються у змісті кожного предмета.

Фізика разом з іншими предметами робить свій внесок у формування ключових компетентностей. Внесок політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики у формування ключових компетентностей в розкрито в таблиці (Дод. Д).

Одним із принципів відбору матеріалу для формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики є урахування потреби суспільства у кадрах. Необхідно привертати увагу учнів перш за все до тих професій, в яких господарство регіону, міста або селища відчуває найбільшу потребу. Наприклад, в Донбасі — центрі вуглевидобування та металургії — з професіями гірників та металургів, а у місті Херсоні, де текстильне виробництво — з масовими професіями текстильної промисловості, в сільських школах матеріал профорієнтації стосуватиметься перш за все сільськогосподарських професій і професій, пов'язаних з обслуговуванням сучасної машинної техніки. Тому при відборі політехнічного матеріалу і конкретних прикладів прикладного характеру слід зважати на специфіку виробничого оточення школи.

Розроблений нами змістовий компонент методики формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики враховує виокремлені Г. Імашевим основні напрями науково-технічного прогресу, безпосередньо пов'язані з курсом фізики, за якими рекомендується здійснювати відбір відповідних інформаційних матеріалів.

Нами було адаптовано матеріал чинної програми з фізики для основної школи, відповідно до напрямків науково-технічного прогресу запропонованих Г. Імашевим, відповідні напрямки науково-технічного прогресу наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Сучасні напрями науково-технічного прогресу в курсі фізики

Найважливіші напрями науково-технічного прогресу	Фізичні основи дії конкретних технічних об'єктів
1	2
Механіка	Механічний рух. Робота, потенціальна та кінетична енергія, потужність.
Автоматизація	Термоелектричні явища. Датчики та підсилювачі. Явище електромагнітної індукції.
Енергетика	Теплові явища. Змінний струм. Передача
1	2
	електричної енергії та її використання.
Електронно-обчислювальна Техніка	Напівпровідникові прилади. Електромагнітні коливання та хвилі.
Створення нових матеріалів з заданими властивостями	Механічні, теплові, електрофізичні, діелектричні та магнітні властивості матеріалів.

Рациональний відбір змісту прикладного фізико-технічного матеріалу дає можливість підсилити політехнічну спрямованість навчання фізики, сприяє формуванню ключових та політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики.

Причому, діяльність учителя, спрямована на розкриття фізичних основ сучасного виробництва, передбачає керівництво сприйняттям учнем політехнічного матеріалу з перших уроків фізики у 7 класі. Добираючи матеріал політехнічного змісту вчитель повинен враховувати особливості регіону, наявне виробництво та побут учнів. Знання повинні бути особистісно значущими, висвітлювати практичне застосування вивчених законів і теорій у техніці та побуті.

Застосовуючи технологічний підхід, що є основою процесуального компоненту, ми пропонуємо модульно-тематичний відбір політехнічного змісту в курсі фізики основної школи (для побудови різних організаційних форм навчального процесу), технології розроблення і удосконалення методів, форм та засобів навчання, технології побудови взаємодії між учасниками навчально-виховного процесу тощо.

Відповідно до чинної програми з фізики пропонуємо такі ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики (табл. 2.3—2.15)

Таблиця 2.3

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Вступ» у 7 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Фізика як навчальний предмет у школі. Фізичний кабінет та його обладнання. Правила безпеки у фізичному кабінеті.	Побутові прилади, вимірювальні прилади, технічні засоби навчання, інструкції до побутових приладів, інструкція з безпеки життєдіяльності під час уроків фізики

На першому уроці фізики учні знайомлять з новою для них наукою — фізикою, що є теоретичною основою техніки. На цьому уроці доцільно познайомити учнів з використанням техніки у побуті та на виробництві. Основне завдання — вмотивувати учнів, скерувати їх зусилля на засвоєння способів добування знань та раціональну організацію власної праці. Учні повинні усвідомити особистісну значущість політехнічних знань, політехнічних умінь та досвіду практичної діяльності для самореалізації та власного розвитку у сучасному високотехнологічному інформаційно-

му суспільстві. Саме на цьому уроці формується позитивне ставлення й пізнавальний інтерес до фізики.

Особливу увагу учнів слід зосередити на безпеці життєдіяльності й безпечному використанні техніки. Перевантаження побуту людини механізмами, технікою й апаратурою не лише підвищує її комфорт, але й створює значні проблеми, пов'язані з порушенням екологічної, санітарної та психологічної рівноваги середовища життя людини. Технічно складні вироби вносять у побут декілька серйозних змін, що полягають у підвищенні рівня шуму, появі вібрації, небезпеки загоряння, враження електричним струмом, можливості опіків. Щоб ефективно й безпечно використовувати весь спектр техніки, будь-яка людина, незалежно від сфери її діяльності, повинна знати принципи роботи техніки, усвідомлювати її значення.

Слід переконати учнів на конкретних прикладах, що знання фізики необхідні їм, де б вони — на виробництві чи у сфері послуг — потім не працювали.

Таблиця 2.4

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Фізика як природнича наука. Пізнання природи» у 7 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Фізика як фундаментальна наука про природу. Етапи пізнавальної діяльності у фізичних дослідженнях. Зв'язок фізики з іншими науками. Речовина і поле. Основні положення атомно-молекулярного вчення про будову речовини. Молекули. Атоми. Початкові відомості про будову атома. Електрони. Йони. Фізичні тіла й фізичні явища. Властивості тіл. Фізичні величини. Вимірювання. Засоби вимірювання. Точність вимірювання. Міжнародна система одиниць фізичних величин. Історичний характер фізичного знання. Внесок українських учених у розвиток і становлення фізики.	Засоби вимірювання. Міри та вимірювальні прилади (лінійка, мірна стрічка, штангенциркуль, лазерний далекомір, мірний стакан, мензурки тощо). пляшки з під різноманітних рідин на яких зазначено їх місткість/об'єм. Побутові прилади для демонстрації фізичних явищ: механічних, теплових, електричних, світлових. Інструкції з експлуатації до побутових та вимірювальних приладів. Науковий калькулятор як додаток для смартфонів.

При вивченні цього розділу ми починаємо озброювати учнів методами пізнання природи. Підліток в цьому віці вже відчуває психологічну готовність до навчально-пізнавальної діяльності, це робить його дорослим в своїх очах. Вивчаючи методи пізнання природи, ми формуємо пізнавальний інтерес. Учень здобуває політехнічні знання, уміння й досвід практичної діяльності, виконуючи лабораторні роботи:

1. Ознайомлення з вимірювальними приладами. Визначення ціни поділки шкали приладу.
2. Вимірювання об'єму твердих тіл, рідин і сипких матеріалів.
3. Вимірювання розмірів малих тіл різними способами.

Прилади для вимірювання довжини та об'єму є в учня й вдома. Виконуючи домашнє завдання, учень може, наприклад, відтворити лабораторну роботу, яку виконував у класі з вимірювальними приладами, котрими користується родина у побуті. Таким чином ми формуємо початкові знання у галузі метрології.

Конструкторські вміння учнів формуються при самостійному конструюванні ними таких приладів, як мірний стакан, мензурка чи виготовленні, наприклад, шкали ноніуса. Крім того, виготовлення приладу своїми руками активізує процес творчості в учнів, спонукає їх проявити свою кмітливість, винахідливість. В процесі виготовлення приладу, а тим більше при його демонстрації перед класом учні отримують масу позитивних емоцій. В ході роботи учні повинні уявляти собі об'єкт діяльності, кінцеву та проміжну цілі, інакше вони не зможуть подумки сконструювати, спрогнозувати процес досягнення поставленої мети.

Важливим є усвідомлення учнем особистісної значущості отриманих фізичних знань. Для цього можна провести віртуальну екскурсію до продуктового супермаркету, під час якої проаналізувати співвідношення ціна-об'єм для пляшок олії різної місткості. Виконуючи таке завдання, учні усвідомлюють практичну значущість отриманих знань, розуміють, що порівнювати можна однорідні величини, закріплюють знання про одиниці вимірювання об'єму. Разом з предметною компетентністю з фізики ми формуємо й ключові компетентності: «математичну», «інформаційно-цифрову», «ініціативність і підприємливість»

Зниження пізнавальної активності підлітка при вивченні цієї теми часто пов'язано з браком математичних знань. Тому вчителю фізики слід звернути особливу увагу на формування математичної компетентності учнів, як ключової. Адже це необхідна умова для успішного застосування отриманих фізичних знань та формування предметної компетентності з фізики. З цією метою до розробленого нами підручника включено параграф «Точність вимірювань. Запис великих і малих чисел» за допо-

могою якого учні вчаться користуватись стандартним записом числа та виконувати арифметичні дії з числами, вираженими у стандартному вигляді. Це важливо для повноцінного використання кратних і частинних одиниць СИ, оскільки стандартний вигляд числа в курсі алгебри включено до програми 8 класу, а виконувати дії з числами, вираженими у стандартному вигляді учні мають розв'язуючи практико-орієнтовані задачі вже в 7 класі.

Різноманітні арифметичні розрахунки, що доводиться виконувати учням розв'язуючи практико-орієнтовані задачі чи опрацьовуючи результати експерименту потребують використання калькулятора. Слід привчати учнів до використання інженерного (наукового) калькулятора як окремого приладу, так і як додатку для смартфонів. Інтерфейси калькуляторів різних виробників можуть суттєво різнитись, проте всі вони дозволяють виконувати операції з числами поданими у стандартному вигляді.

Для розв'язування практико-орієнтованих задач доцільно також познайомити учнів з програмами-конверторами в СИ позасистемних одиниць довжини та об'єму, що зустрічаються в літературних творах чи традиційно використовуються в різних галузях промисловості, транспорту країн Європейського союзу.

Поряд з традиційними приладами для вимірювання довжини та об'єму для формування ціннісного ставлення до сучасної цифрової техніки доцільно ознайомити учнів з лазерним далекоміром, лічильниками об'єму спожитої води, газу та особливостями їх використання. Корисними для формування ключових компетентностей розрахунки вартості спожитого об'єму води чи газу.

Традиційно при вивченні цієї теми здобувачі освіти набувають знань про невизначеність (похибку) вимірювань використовуючи аналогові прилади. Вчаться визначати ціну поділки шкали аналогового приладу, але у сучасному побуті й виробництві використовуються переважно цифрові вимірювальні прилади (різноманітні датчики). Тому необхідно для формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики вже з перших уроків знайомити їх з цифровими вимірювальними приладами, особливостями зняття їх показів й оцінки точності вимірювання.

Якщо у школі наявна цифрова вимірювальна лабораторія то не доцільно одразу подавати вимірювані значення у вигляді графічних залежностей оскільки учні ще не вміють аналізувати графіки функцій, а віддавати перевагу використанню циферблата для ознайомлення учнів з вимірюванням за допомогою цифрових вимірювальних приладів.

Оскільки чинними навчальними планами передбачено вивчення інформатики з 2 класу, то учні вже володіють навичками обробки інформації за допомогою комп'ютера. Як одну з головних переваг цифрових датчиків варто зазначити можливість передачі показів безпосередньо до комп'ютера з подальшою можливістю обробки цієї інформації за допомогою різноманітного програмного забезпечення. При використанні ж традиційного аналогового обладнання для подальшої обробки показів вимірювальних приладів ці значення необхідно спочатку занотовувати, а швидкість виконання подібних операцій людською є обмеженою. Цифрові ж вимірювальні комплекси можуть фіксувати десятки тисяч значень фізичної величини за 1 с.

Важливо на конкретних прикладах проілюструвати внесок українських учених у розвиток і становлення фізики, підкресливши при цьому, що фізика є наукою інтернаціональною, оскільки створювалася вона зусиллями представників різних народів.

Таблиця 2.5

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Механічний рух» у 7 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Механічний рух. Відносність руху. Тіло відліку. Система відліку. Матеріальна точка. Траєкторія. Шлях. Переміщення. Прямолінійний рівномірний рух. Швидкість руху. Графіки руху. Прямолінійний нерівномірний рух. Середня швидкість нерівномірного руху. Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Період обертання. Коливальний рух. Амплітуда коливальних. Період коливальних. Маятники.	Вимірювальні прилади (спідометр, мірна стрічка). Побутові прилади для демонстрації механічних явищ. Курвіметр. Застосунки для смартфонів (вимірювання відстані, швидкості, кількості кроків тощо). Будівельні механізми і машини. Сільськогосподарські машини. Транспорт.

Розповідаючи про розділ і його історію, а також його важливість для людства, з метою профорієнтації учням слід наводити приклади професій, в яких можуть знадобитися ці знання. Наприклад, це може бути професія електромеханіка по ліфтах — вона пред'являє до людини різносторонні вимоги. Працівник повинен бути технічно грамотним, розбиратися в принципових електричних і монтажних схемах, знати конструкцію, способи розбирання, збірки і ремонту різних електромеханічних пристроїв,

правила обслуговування і ремонту ліфтів, уміти користуватися слюсарними інструментами і деякими приладами.

В якості прикладу, де використовуються знання про шлях переміщення і рух, можна привести професію машиніста метрополітену. Робоче місце машиніста — в кабіні мотор-вагонної секції головного вагону поїзда. Прямо перед ним — пульт управління і сигналізації. Головне в його роботі — чітко дотримання заданого графіка руху. У цьому йому допомагає диспетчер, що контролює рух всіх поїздів на лінії. Графік руху повинен дотримуватися машиністом з точністю ± 5 с. Одразу актуалізуємо знання учнів про точність вимірювань.

При вивченні механічного руху важливим є формування політехнічних умінь, таких як: користуватися вимірювальними приладами та виконувати вимірювання; користуватися таблицями; читати та будувати графіки; оцінювати похибки вимірювань.

Безліч практико-орієнтованих задач з механіки зустрічається нам щодня. Наприклад, це аналіз механічного руху учасників дорожнього руху та його наслідки для власної безпеки; задачі з прикладами логістики, пасажирських і вантажних перевезень в Україні і світі, уміння вибрати оптимальну траєкторію руху в конкретних життєвих ситуаціях. При розв'язанні таких задач доцільно користуватись електронними картами місцевості.

Допомогти в набутті політехнічних знань можуть мобільні вимірювальні комплекси — смартфони. Вимірявши за допомогою смартфонів пройдену відстань, час руху, миттєву швидкість, кількість кроків, можна скласти значну кількість задач, використовуючи значення фізичних величин, отриманих під час вимірювання. Крім того, є значна кількість мобільних фітнес застосунків, що оперують цими фізичними величинами й допомагають сформувати графік заняття спортом. Ознайомлюючи учнів з такими застосунками, ми сприяємо формуванню ключових компетентностей: інформаційно-цифрової та здоров'язбережувальної (екологічна грамотність та здорове життя).

Механіка, передусім внаслідок своєї наочності та мінімуму вихідних постулатів та законів, дає унікальну можливість школярам сформувати фізичну культуру мислення, уміння застосовувати адекватні фізичні моделі при розгляді конкретних фізичних явищ, обґрунтовано робити необхідні наближення, розуміти межі застосовності отриманих результатів.

При вивченні механічного руху доцільно показати учням, що прикладами механічного руху є не тільки рух людей, тварин, різних видів транспорту, а й рух частин різноманітних механізмів, що зустрічаються у побуті та на виробництві.

Таблиця 2.6

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Взаємодія тіл. Сила» у 7 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Явище інерції. Інертність тіла. Маса тіла. Густина речовини. Взаємодія тіл. Сила. Деформація. Сила пружності. Закон Гука. Динамометр. Додавання сил. Рівнодійна. Графічне зображення сил. Сила тяжіння. Вага тіла. Невагомість. Тертя. Сили тертя. Коефіцієнт тертя ковзання. Тертя в природі й техніці.	Терези, динамометр. Підшипники. Машинне мастило. Довідник дверей.

При вивченні цієї теми важливе значення має використання матеріалів, що характеризують роботу підприємств даної місцевості та побут учнів, з точки зору застосування фізичних явищ та законів. Ілюстративний матеріал слід добирати так, щоб він був близьким для учнів і доступним їхньому розумінню, сприяв більш глибокому розкриттю фізичних понять і законів.

Наприклад, для школярів Донбасу, вивчаючи явище інерції та тертя, можна розглянути: будову гальма шахтної підйимальної установки, використання різниці в коефіцієнті тертя при встановленні способу збагачування руд; транспортування руди, породи, кріпильного лісу власною вагою випробувальна гірка для експериментального визначення коефіцієнта опору рухові вагонетки.

Для сільськогосподарських районів Київщини слід розглянути вже інші виробничі процеси: скочувальна дошка віялки-сортувалки по якій самопливом спускаються зерна жита; оранку поля за допомогою плуга; використання великого молотка замість підставки при забиванні цвяхів у дошки.

У Києві добирати задачі, пов'язані з явищами, що учні спостерігають у громадському транспорті, наприклад явище інерції; гальмівний шлях автомобіля на сухому й вологому асфальті, зважування на ринку та у супермаркеті тощо.

Хоча навчальною програмою не передбачено виконання лабораторної роботи «Градуювання шкали динамометра» проте ми рекомендуємо її виконувати, оскільки вона сприяє формуванню конструкторських навичок учнів й методика її проведення добре відома вчителям.

Враховуючи, що на виробництві та у сфері послуг використовуються величезна кількість різних терезів, на нашу думку, ознайомити учнів хоч з деякими з них. Це можна зробити у формі коротких учнівських повідомлень, тим більше, що з терезами вони зустрічалися в побуті. Також темою навчального проекту політехнічного змісту може бути виготовлення терезів.

Таблиця 2.7

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Тиск твердих тіл та газів. Закон Архімеда» у 7 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Тиск твердих тіл на поверхню. Сила тиску. Тиск рідин і газів. Закон Паскаля. Сполучені посудини. Манометри. Атмосферний тиск. Вимірювання атмосферного тиску. Барометри. Виштовхувальна сила в рідинах і газах. Закон Архімеда.	Манометр, барометр, тонометр. Насоси. Гідравлічний прес. Різальний інструмент. Грунтообляючі сільськогосподарські знаряддя й машини.

Важливим для формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики розгляд будови та принципу дії насосу та гідравлічного пресу. Хоча ці питання виключено зі змісту програми з фізики для основної школи при «розвантаженні навчальних програм» їх вивчення ми рекомендуємо, адже вони сприяють розвитку технічного та конструкторського мислення. Насос й гідравлічний прес легко сконструювати з одноразових шприців різного об'єму й дослідити їх роботу.

Гідравлічні та пневматичні машини і приводи займають значне місце серед сучасних машин. Тому вивчення цієї теми слід побудувати так, щоб учні не тільки засвоїли суть закону Паскаля, а й зрозуміли, що він покладений в основу ряду сучасних машин і механізмів, які широко застосовуються в багатьох галузях народного господарства й у побуті.

Шляхи збільшення та зменшення тиску можна продемонструвати при користуванні різними пристроями та інструментами, зокрема різальними, наприклад, гострим ножом легше різати, а на лижах людина не провалюється в сніг.

Крім передбачених програмою манометра та барометра слід згадати про тонометр. Цей прилад є у більшості учнів дома й їм цікаво як він працює. Важливим є вміння учнів порівнювати значення тиску виражене в мм рт. ст., Па, технічних атмосферах, адже манометри, що використовуються у побуті градууються в різних одиницях тиску. Оскільки на вимірювальних приладах використовуються міжнародні позначення фізичних величин, то у розробленому нами підручнику вміщено таблиці, де крім українських позначень фізичних величин є й міжнародні.

Вивчаючи умови плавання, слід оперувати тими об'єктами, що відомі учням, наприклад човен на ставку, повітряна кулька наповнена гелієм тощо.

Таблиця 2.8

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Механічна робота та енергія» у 7 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
1	2
Механічна робота. Потужність. Механічна енергія та її види. Закон збереження й перетворення енергії в механічних процесах та його практичне застосування.	Важіль, коловорот, гвинт, клин, блок, похила площина. Горіхокол, гострозубці, плоскогубці, підймальні механізми води з колодязя
1	2
Прості механізми. Момент сили. Важіль. Умови рівноваги важеля. Коефіцієнт корисної дії механізмів.	різної конструкції

Під час вивчення цієї теми слід підкреслити історичний характер назви «прості механізми» і пояснити, що похила площина, важіль, блок — це ні що інше як знаряддя праці.

При вивченні цієї теми з метою формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики учнів основної школи теми провести порівняння величини робіт, виконаних різними інструментами; навести приклади інструментів, що діють за принципом важеля. Порівняння потужностей людини та машини при виконанні роботи. Перехід енергії з одного виду в інший при роботі з ударним інструментом.

Задачі слід добирати практико орієнтовані, головне завдання — показати застосування законів фізики для вирішення виробничих та побутових задач, необхідність і ефективність знань фізики для розв’язування технічних проблем.

Ми вважаємо за доцільне проілюструвати коефіцієнт корисної дії розглянувши на прикладі конкретних механізмів, де відбуваються втрати енергії. Зокрема, можна розглянути втрати енергії на прикладі велосипеда, вислухати пропозиції учнів щодо можливості зменшення цих втрат.

Хоча навчальною програмою не передбачено виконання лабораторної роботи «Вивчення рухомого та нерухомого блоків» ми вважаємо доцільним її проведення, оскільки її виконання не потребує складного обладнання, а блоки є складовою частиною багатьох машин й механізмів, які учні зустрічають у повсякденному житті. Варто звернути увагу учнів на те, що блок має спеціальне заглиблення й у ході евристичної бесіди проаналізувати його призначення.

При розв’язуванні задач на розрахунок потужності учнів слід позначити з такою одиницею потужності, як «кінська сила». В науці дуже рідко користуються цією одиницею, але вона отримала широке розповсюдження, особливо в автомобільній індустрії.

Таблиця 2.9

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Внутрішня енергія. Кількість теплоти» у 8 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Рух молекул і тепловий стан тіла. Температура. Термометри. Шкала Цельсія. Теплова рівновага. Залежність розмірів фізичних тіл від температури. Агрегатні стани речовини. Фізичні властивості твердих тіл, рідин і газів. Внутрішня енергія. Два способи змінення внутрішньої енергії тіла. Види теплообміну. Кількість теплоти. Розрахунок кількості теплоти при нагріванні/охолодженні тіла. Тепловий баланс. Рівняння теплового балансу.	Термос. Калориметр. Біметалева пластинка. Термометри різних конструкцій. Теплоаккумуляція в тепличних господарствах. Теплоізолюючі матеріали. Нагрів та охолодження повітря в кімнаті. Теплоізоляційні ручки посуду.

Вивчаючи цю тему особливу увагу слід звернути на питання енергозбереження й шляхів зменшення енергетичних втрат у побуті. Наприклад, заміна чи заклеювання вікон, проведення теплоізоляції даху, модернізація системи вентиляції тощо. Добираючи матеріал для теплоізоляції бу-

динку учні вчаться критично мислити, аналізувати переваги й недоліки, екологічну та пожежну безпеку використання того чи іншого матеріалу.

Важливим є також проаналізувати, як враховують в різних галузях господарства залежність розмірів фізичних тіл від температури й до яких наслідків може привести нехтування законами фізики при проектуванні. Бажано проілюструвати такі помилки конкретними фотографіями.

Учні можуть сконструювати саморобні калориметри й дослідити їх ефективність, побудувавши графік швидкості охолодження рідини наливої до цього калориметра й до звичайної склянки й порівнявши графіки. Таким чином ми формуємо конструкторське та технічне мислення учнів, графічні, обчислювальні, дослідницькі навички.

Таблиця 2.10

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Зміна агрегатних станів речовини. Теплові машини» у 8 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Кристалічні та аморфні тіла. Температура плавлення. Розрахунок кількості теплоти при плавленні/твердненні тіл. Наноматеріали.	Модель двигуна внутрішнього згоряння. Нагрівники різної конструкції.
Пароутворення і конденсація. Розрахунок кількості теплоти при пароутворенні/конденсації.	Теплові машини.
Кипіння. Температура кипіння.	Кондиціонер.
Згоряння палива. Розрахунок кількості теплоти внаслідок згоряння палива.	Холодильник.
Теплові двигуни. Принцип дії теплових двигунів. ККД теплового двигуна.	

Формування політехнічного складника предметної компетентності учнів в цій темі тісно пов'язане з формуванням ключових компетентностей учнів. Питання, що розглядаються, стосуються теплових процесів, що відбуваються на кухні, роботою таких помічників людини, як холодильник, кондиціонер, газовий чи твердопаливний котел; енергоефективністю обладнання.

Навчальний процес слід організувати таким чином, щоб учні мали можливість обмінятися думками, тому перевагу під час проведення уроків розв'язування задач та під час лабораторних робіт слід віддати роботі учнів у групах.

Джерелом енергії людського організму є, зокрема харчові продукти, які характеризуються калорійністю, тобто кількістю енергії, яку отримує організм

у результаті повного засвоєння їжі. До введення системи СІ для вимірювання кількості теплоти (енергії) використовували особливу одиницю — *калорію*. Доцільно користуючись означенням довести, що $1 \text{ кал} = 4,2 \text{ Дж}$.

З метою усвідомлення важливості енергозберезувальних заходів у масштабах родини, громади, країни; аналізу впливу теплових машин та інших засобів теплотехніки на довкілля доцільним є проведення уроків-конференцій на яких учні зможуть критично проаналізувати позитивний та негативний вплив досягнень фізики на навколишнє середовище й розвиток людської цивілізації.

При вивченні теми «Теплові явища» особливу увагу слід приділити особливу увагу проблемам екології. Як правило це доцільно зробити у вигляді навчальних проєктів, які учні презентуватимуть перед класом. Вчитель має допомогти учням з вибором навчального проєкту сформулювавши проблемну ситуацію. Для міських школярів особистісно значущою буде питання очищення міських доріг від льоду та снігу шляхом обробки переважно сіллю, піщано-соляною сумішшю і іноді — просто піском, гранітною крихтою, відсівом або шлаком. Учні пропонується з'ясувати, які негативні екологічні наслідки від такої обробки доріг й висунути альтернативні пропозиції щодо очищення доріг від снігу й льоду.

Зазначимо, що знання законів фізики та їх практичне застосування значною мірою сприяє зростанню продуктивності праці, підвищенню її ефективності. Наприклад, для продуктивності тваринництва важливе значення має дотримання відповідного теплового режиму в приміщеннях. Стіни, стеля та інші конструкції мають бути теплоізованими й вологостійкими. Вирішити це завдання можна лише за умови врахування відповідних фізичних властивостей різних будівельних матеріалів.

Учні, що проживають у сільській місцевості особистісно значущими будуть задачі, що стосуються сільськогосподарського виробництва. Можна запропонувати такі якісні задачі.

Чому зволожений ґрунт промерзає на меншу глибину, а вологі предмети замерзають і руйнуються швидше?

Відомо, що вода у водоймах розпочинає замерзати згори, утворюючи дедалі товщий шар льоду, а в металевій посудині — одночасно з усіх сторін. Як це можна пояснити?

Чому сніг та опале листя добре захищають ґрунт від промерзання?

Які ґрунти краще прогріваються сонячними променями чорноземом чи підзолисті?

Чому рослини дозрівають швидше тоді, коли вони розміщені поблизу кам'яної огорожі з південної сторони?

Чому коли ввечері в повітрі туман, то вночі заморозку не буде?

Таблиця 2.11

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
1	2
Електричні явища. Електризація тіл. Електричний заряд. Два роди електричних зарядів. Взаємодія заряджених тіл. Закон Кулона. Закон збереження електричного заряду. Електричне поле. Електричний струм. Дії електричного струму. Провідники, напівпровідники, діелектрики. Струм у металах. Джерела електричного струму. Електричне коло та його основні елементи. Сила струму. Амперметр. Електрична напруга. Вольтметр. Електричний опір. Залежність опору провідника від його довжини, площі перерізу та матеріалу. Реостати. Закон Ома для ділянки кола. Послідовне й паралельне з'єднання провідників.	Знаки безпеки. Лічильник електричної енергії. Лампи розжарення, люмінесцентні та світлодіодні. Штепсельні з'єднання. Запобіжники. Провідники, що використовуються в побуті.

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Електричні явища. Електричний струм» у 8 класі

Продовження табл. 2.11

1	2
Робота й потужність електричного струму. Закон Джоуля — Ленца. Електронагрівальні прилади. Природа електричного струму в розчинах і розплавах електролітів. Закон Фарадея для електролізу. Електричний струм у газах. Безпека людини під час роботи з електричними приладами й пристроями.	Різноманітні побутові електричні прилади. Гальванічні елементи та акумулятори.

Особливе місце у політехнічних знаннях з теми відіграє вміння учнів читати електричні схеми та збирати електричне коло. На нашу думку кількість лабораторних робіт з теми потребує збільшення. Виконання трьох лабораторних робіт, що передбачені навчальною програмою, недостатньо для формування політехнічних вмінь учнів та отримання ними достатнього досвіду практичної діяльності. Для формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики доцільним є виконання восьми лабораторних робіт:

1. Вимірювання сили струму за допомогою амперметра.
2. Вимірювання електричної напруги за допомогою вольтметра.
3. Вимірювання опору провідників за допомогою амперметра і вольтметра.

-
4. Вивчення залежності електричного опору від довжини провідника та площі його поперечного перерізу. Регулювання сили струму реостатом.
 5. Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням провідників.
 6. Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників.
 7. Вимірювання ККД установки з електричним нагрівником.
 8. Дослідження явища електролізу.

Методика проведення згаданих лабораторних робіт добре розроблена й більшість шкіл має обладнання, необхідне для їх проведення [90].

На даний момент практично кожна людина бажає навчитися економити електроенергію в побуті. Енергозбереження в побуті користується значну популярністю, так як не вимагає особливих вкладень, але дозволяє значно заощадити. Крім енергозбереження важливим є термін енергоефективність, саме використання енергоефективної техніки є світовою тенденцією зменшення енергоспоживання. Учнів доцільно познайомити з шкалою енергоефективності й на конкретних прикладах встановити відмінність понять енергозбереження та енергоефективність.

Відповідно до плану переходу на енергозберігаючі технології й боротьби із глобальним потеплінням, звичні для всіх лампи розжарювання почали зникати з прилавків магазинів Європи з 1 вересня 2009 року. Заборона на виробництво найпопулярніших в усьому світі ламп розжарювання потужністю від 100 Вт і більше набула чинності. В Україні подібна заборона відсутня проте учнів та їх батьків легко переконати відмовитись від ламп розжарювання. Порівняльний аналіз ламп розжарювання, компактних люмінесцентних ламп доцільно провести шляхом виконання учнями відповідного навчального проекту.

При вивченні цієї теми доцільно звернути увагу учнів на те, що вимірювальні прилади, що використовуються у побуті та на виробництві повинні проходити періодичну перевірку під час якої метрологічні служби перевіряють чи правильними є покази приладів, лічильників тощо. Цим самим забезпечується дуєе важлива для виробництва єднність вимірювань.

У 8 класі учні вже мають навчки аналізу графіків функцій тому саме починаючи з цієї теми учнів слід привчати до аналізу графічних залежностей між фізичними величинами, що можна отримати за допомогою цифрових вимірювальних лабораторій (рис. 2.4). Також доцільно провести вимірювання сили струму та напруги як за допомогою датчиків так й за допомогою аналогових приладів. Хоча навчальною програмою й не передбачено ознайомлення здобувачів освіти з поняттям класу точності вимірювального приладу проте вважаємо за доцільне ввести це

поняття, оскільки це одна з основних характеристик, що зазначається на електровимірювальних приладах.

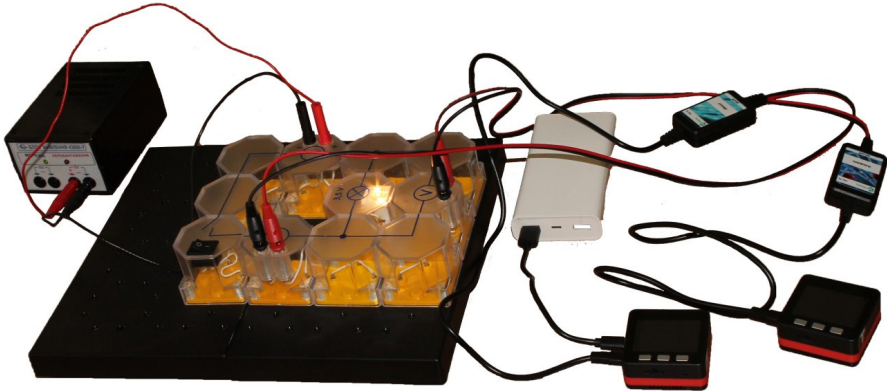


Рис. 2.4. Дослідження електричного кола за допомогою датчиків сили струму та напруги

Таблиця 2.12

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Магнітні явища» в 9 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Магнітні явища. Дослід Ерстеда. Магнітне поле. Магнітне поле провідника зі струмом. Дія магнітного поля на провідник зі струмом. Індукція магнітного поля. Сила Ампера. Магнітні властивості речовин та їх застосування. Гіпотеза Ампера. Постійні магніти, взаємодія магнітів. Магнітне поле Землі. Магнітна левітація. Явище електромагнітної індукції. Досліди Фарадея. Індукційний електричний струм. Генератори індукційного струму. Промислові джерела електричної енергії.	Електромагніти. Електродвигуни, гучномовці. Електровимірювальні прилади.

При вивченні цієї теми особливу увагу слід зосередити на приклади використанні електромагнітів: в підймальних кранах (бажано продемонструвати за допомогою електромагніту процес розділення залізних та пластикових скріпок). Ознайомити учнів з галузями, де використовуються електромагніти.

Ознайомлення школярів з будовою й принципом дії електродвигуна постійного струму, за наявності його моделі, доцільно проводити під

час виконання лабораторної роботи у ході якої учні знайомляться з його складовими частинами, особливостями їх будови та експериментально встановлюють залежність швидкості обертання якоря від полярності електромагніту та включення електродвигуна до джерела струму. Корисно також дослідити залежність ККД двигуна від навантаження на валу.

Доцільно також вказати на переваги електродвигунів: широкий діапазон потужності від мВт (в привадах дисководів) до кВт (в двигунах електропотягів); екологічна безпека (відсутність викидів продуктів згоряння палива); швидкий запуск й зупинка, можливість дистанційного управління. Необхідно також наголосити на тому, що електродвигуни удосконалюються й мають високий ККД. Актуальним є ознайомлення з новим напрямків розвитку автомобілебудування — електромобілями.

У багатьох смартфонах є вбудований датчик — магнітометра, що дає можливість не тільки визначати напрям магнітного поля, а й проводити його кількісні виміри. Також, завдяки цьому датчику, смартфон можна використовувати замість звичайного компаса. Особливістю саме цього датчика смартфонів є те, що різні моделі смартфонів покажуть однаковий напрям ліній індукції магнітного поля проте кількісні показники будуть суттєво відрізнятися. Тому за допомогою смартфонів ми можемо лише оцінити значення індукції магнітного поля, де воно сильніше, а де слабше, проте забезпечити єдність вимірювань нам не вдасться.

Оскільки в 9 класі вивчається індукційний електричний струм, то слід познайомити учнів з генератором змінного струму й, хоча програмою не передбачено, з відмінностями між змінним й постійним електричним струмом й особливостями їх використання в техніці та побуті.

Таблиця 2.13

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Світлові явища» в 9 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Світлові явища. Швидкість поширення світла. Світловий промінь. Закон прямолінійного поширення світла. Сонячне та місячне затемнення. Відбивання світла. Закон відбивання світла. Плоске дзеркало. Заломлення світла на межі поділу двох середовищ. Закон заломлення світла. Розкладання білого світла на кольори. Утворення кольорів. Лінзи. Оптична сила й фокусна відстань лінзи. Формула тонкої лінзи. Отримання зображень за допомогою лінзи.	Дзеркала. Найпростіші оптичні прилади (мікроскоп, телескоп, перископ, фотоапарат, проекційний апарат). Окуляри. Спектроскоп. Оптичний диск.

Вивчення теми «Світлові явища» в основній школі здійснюється на описовому рівні. З кількісних співвідношень вивчаються закони заломлення та відбиття світла, формула тонкої лінзи. Кількість розрахункових задач обмежена, проте учні вдосконалюють навички вимірювання кутів за допомогою транспортира, розрахунків значення синуса кута за допомогою інженерного калькулятора. Проте значна кількість задач на побудову дає можливість сформулювати графічні уміння учнів.

Певні труднощі для застосування законів заломлення становить відсутність у програмі математики основної школи поняття обернених тригонометричних функцій, а при вимірюванні кута вводиться лише його градусна міра. Тому вчитель фізики повинен ввести поняття арксинус та радіанна мірка кута, кутові хвилини, кутові секунди й навчити учнів робити відповідні математичні перетворення.

Вагоме значення при вивченні теми має використання графічної наочності, максимально використати демонстраційний фізичний експеримент, а у якості політехнічних проектів учням можна запропонувати виготовити модель перископа, телескопа, фотоапарата тощо.

До питань з політехнічним змістом, окрім вивчення технічних застосувань законів геометричної оптики, також належать питання про дефекти зору, їх корекцію за допомогою окулярів, а також будова ока.

Таблиця 2.14

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Механічні та електромагнітні хвилі» в 9 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Виникнення і поширення механічних хвиль. Звукові хвилі. Швидкість поширення звуку, довжина і частота звукової хвилі. Гучність звуку та висота тону. Інфра- та ультразвуки. Електромагнітне поле і електромагнітні хвилі. Швидкість поширення, довжина і частота електромагнітної хвилі. Залежність властивостей електромагнітних хвиль від частоти. Шкала електромагнітних хвиль.	Гучномовець. GPS. Радіоприймач. Бездротові засоби зв'язку.

В цій темі учні знайомляться з принципами радіозв'язку та радіо-наехолокації. Роботою глобальної супутникової системи навігації.

За новою навчальною програмою з фізики у 9 класі передбачено вивчення електромагнітних хвиль. Традиційно вивчення електромагнітних хвиль здійснювалось в 11 класі, коли учні освоїли властивості електричних та магнітних полів, закони постійного та змінного струмів, електро-

магнітну індукцію. Успішне засвоєння навчального матеріалу при цьому потребує глибоких знань з математики. Зрозуміло, що в 9 класі традиційні прийоми методики вивчення електромагнітних хвиль у повному обсязі застосовувати не можна. Виникає необхідність розробити такі прийоми і методи навчання, які б дозволили розкрити фізичні основи утворення і поширення електромагнітних хвиль, їх властивості і практичне застосування на пропедевтичному рівні.

Оскільки вивчення електромагнітних хвиль в 9 класі здійснюється одразу після вивчення механічних хвиль, то порівняння і аналогії у цьому випадку застосовуються як провідні. Учні повинні зрозуміти, що механічні хвилі поширюються у пружному середовищі, електромагнітні — як в середовищі, так і у вакуумі. Механічні хвилі можуть бути поздовжніми та поперечними, електромагнітні — тільки поперечними. Як механічні так і електромагнітні хвилі характеризуються однаковими величинами: швидкістю поширення, довжиною та частотою хвилі; мають однакові властивості: відбивання, заломлення та ін.

Вивчення механічних хвиль здійснюється на прикладі звукових хвиль, ультра- та інфразвуку, що дає змогу учням навчитись класифікувати хвилі за частотою (або довжиною). Поглиблення здійснюється під час вивчення шкали електромагнітних хвиль, де за тією ж класифікаційною ознакою електромагнітні хвилі умовно поділяють на діапазони: низькочастотні хвилі, радіохвилі, інфрачервоне випромінювання, видиме випромінювання (світло), ультрафіолетове випромінювання, рентгенівське випромінювання та γ -випромінювання.

Організуючи урок вивчення практичного використання електромагнітних хвиль в природі і техніці, учителям слід враховувати значний пізнавальний потенціал навчального матеріалу. Учні із задоволенням підготуються до уроків вивчення супутникового, мобільного, радіотелефонного зв'язку, принципів радіолокації та навігації. Таким чином, методичні прийоми вивчення електромагнітних хвиль в 9 класі ґрунтуються на умінні застосовувати загальні принципи, ідеї до аналізу окремих питань, практичного втілення знань у конкретних життєвих ситуаціях.

Зокрема, варто проаналізувати розвиток мереж стільникового зв'язку (2G, 3G, 4G); систем глобального позиціонування; з'ясувати особливості впливу радіохвиль на людину; правила безпечного використання засобів мобільного зв'язку. Проаналізувати як змінилося життя сучасної людини з появою сучасних засобів зв'язку.

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики при вивченні теми «Фізика атома та атомного ядра» в 9 класі

Зміст навчального матеріалу	Ресурси
Сучасна модель атома. Досліди Резерфорда. Протонно-нейтронна модель ядра атома. Ядерні сили. Ізотопи. Використання ізотопів. Радіоактивність. Радіоактивні випромінювання, їхня фізична природа і властивості. Період піврозпаду радіонукліда. Йонізаційна дія радіоактивного випромінювання. Природний радіоактивний фон. Поділ важких ядер. Ланцюгова ядерна реакція поділу. Ядерний реактор. Атомні електростанції. Атомна енергетика України. Екологічні проблеми атомної енергетики. Термоядерні реакції. Енергія Сонця й зір.	Дозиметри. Знаки безпеки. Моделі атомних електростанцій.

У цій темі слід сформуванати в учнів розуміння, що атомна енергетика основа економічної, екологічної та енергетичної безпеки країни. Україна входить до десяти провідних країн з виробництва електричної енергії на атомних електростанціях. У енергозабезпеченні України частка ядерної енергії становить понад 50 %, а у вихідні дні коли промислові підприємства здебільшого не працюють, – більш як 60 %.

Брак політехнічних знань щодо роботи атомних станцій призводить до хибних уявлень, що використання ядерного палива пов'язане з радіацією. Школярі мають усвідомити, що ж таке радіація й які методи захисту від йонізуючих випромінювань існують. Навчитися практично використовувати засоби моніторингу радіоактивного забруднення навколишнього середовища.

Незважаючи на вилучення з навчальної програми питань, що стосуються ядерної зброї вважаємо за доцільне ознайомити учнів з цією зброєю масового ураження й фізичними принципами її дії.

На початку XXI століття вплив людства на природне середовище досяг глобальних розмірів. Експлуатація енергетичних ресурсів призвела до збільшення в атмосфері CO_2 , CH_4 , N_2O та інших парникових газів. Це призводить до глобальних змін кліматі й збільшення глобальної температури. Які б технологічні інновації не пропонувались для зменшення впливу виробництва енергії на навколишнє середовище, головним завданням є зменшення концентрації CO_2 в атмосфері удвічі протягом найближчих 50 років.

Корисно запропонувати учням підготувати навчальні проекти про джерела енергії, що є альтернативою видобувному паливу, проаналізувати графік виробництва й споживання електроенергії в об'єднаній енергосистемі України тощо.

2.5. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ З ФІЗИКИ

Реформа загальної середньої освіти в Україні передбачає оновлення матеріально-технічної бази закладів загальної середньої освіти; організацію освітнього процесу на засадах компетентнісного, діяльнісного та особистісного орієнтованого підходів. З метою формування предметних та ключових компетентностей здобувачів освіти активно використовується навчання через дослідження, групова форма організації навчання школярів.

За рахунок субвенції НУШ з 2018 року почалось створення нового освітнього середовища у початковій школі. Водночас запущено в дію ряд державних програм з оновлення освітнього середовища для опорних закладів освіти, зокрема, у 2020 році в межах урядової програми «Спроможна школа для кращих результатів» було спрямовано освітню субвенцію на формування нового освітнього простору у закладах загальної середньої освіти, за умови співфінансування з місцевих бюджетів. Крім того, місцеві громади виділяють кошти на закупівлю засобів навчання та обладнання для кабінетів біології, географії, математики, фізики, хімії, робототехніки, STEM—лабораторій. У 2020 році Міністерством освіти на науки України заплановано відкриття понад 200 сучасних STEM-центрів в закладах освіти, що забезпечують здобуття учнями загальної середньої освіти.

Громада прагне створити найкращі умови для освіти, наприклад, в Києві в рамках громадського бюджету 2019 року з 1137 запропонованих проєктів 26% (265 проєктів) було в категорії «Освіта» з них 144 стали переможцями й були реалізовані [3]. Отже, є запит суспільства на оснащення закладів освіти сучасними технічними засобами навчання, на думку авторів проєктів-переможців та киян, що віддали голоси за реалізацію цих проєктів школи слід оснащати інтерактивними дошками та панелями, документ-камерами, цифровими мікроскопами, ноутбукми, 3-D принтерами, цифровими лабораторіями, наборами освітньої робототехніки тощо.

Разом з тим більшість закладів загальної середньої освіти не має такого обладнання через недостатнє фінансування оновлення матері-

ально-технічної бази закладів загальної середньої освіти протягом тривалого часу.

Діджиталізація освітнього простору торкнулася й тих закладів загальної середньої освіти, що не отримували від держави нових технічних засобів навчання останнім часом. Використовуючи принципи політехнізму та BYOD (Bring Your Own Devices — «візьми свій власний пристрій») вчителі та здобувачі освіти використовують в освітньому процесі особисті пристрої учнів.

В умовах карантину та самоізоляції через пандемію спричинену гострою респіраторною хворобою, яку спричиняє коронавірус 2019-nCoV, особливо актуальним стало використання технологій мобільного навчання.

Одним з перспективних напрямків використання смартфонів та планшетів в освітньому процесі з предметів природничого циклу є візуалізація навчальної інформації через використання додатків доповненої реальності [2].

На уроках англійської мови, природознавства, географії, біології можна скористатися додатком «Animal 4D+», для візуалізації представників тваринного світу різних з куточків нашої планети. Вчителі хімії для візуалізації тривимірних зображень органічних сполук, що вивчаються в шкільному курсі хімії використати додаток доповненої реальності «LICO.Organic». При вивченні електровимірювальних приладів на уроках фізики, за відсутності реального фізичного обладнання, можна за допомогою додатку «Electricity AR» створити тривимірні моделі різних елементів електричного кола прямо на робочому столі учня. На уроках астрономії побачити зблизька планети Сонячної системи й зазирнути в їх надра за допомогою додатку «Planets 4D».

Сучасні смартфони містять велику кількість датчиків й можуть стати своєрідною «мобільною цифровою лабораторією». За допомогою особистого смартфона здобувачі освіти можуть вимірювати різні параметри навколишнього середовища й проводити аналіз й статистичну обробку отриманих результатів за допомогою спеціальних додатків [4].

Включення в освітній процес смартфонів забезпечує формування в здобувачів освіти ціннісного ставлення до смартфона, як засобу для дослідження навколишнього середовища. Проте, дослідження проведені за допомогою смартфонів, хоч й містять кількісні результати вимірювання фізичних величин, можуть аналізуватися лише з метою отримання якісних висновків, оскільки через відсутність метрологічної перевірки датчиків кількісні результати вимірювань різними смартфонами можуть різнитися й містять інструментальну похибку вимірювання, яку важко врахувати.

Сучасні цифрові вимірювальні комплекси дозволяють проводити величезну кількість демонстраційних експериментів, досліджень з подальшою обробкою результатів експерименту на комп'ютері. Виробниками цифрових комплексів розроблено навчально-методичне забезпечення й приклади експериментальних досліджень з методикою їх проведення для кожного датчика.

В освітній програмі з фізики зазначено, що перелічені в програмі демонстраційні досліді й лабораторні роботи є необхідними й достатніми щодо вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, але залежно від умов і наявної матеріальної бази фізичного кабінету вчитель може замінювати окремі роботи або демонстраційні досліді рівноцінними. Оскільки функціонал цифрових лабораторій приблизно однаковий, то можна використовувати методичні рекомендації одного виробника для виконання експериментів з цифровими лабораторіями іншого виробника.

На допомогу школам, що прагнуть активно використовувати в освітньому процесі інструменти цифрової дидактики за наукового супроводу відділу STEM-освіти Інститут модернізації змісту освіти було створено Віртуальний STEM-центр Малої академії наук України — STEM-лабораторія МАНЛаб. Ресурс містить велику кількість методик для проведення занять з предметів природничого циклу з використанням цифрових лабораторій, готові моделі для друку фізичних приладів на 3D принтері. Для закладів загальної середньої освіти, що ще не мають сучасного обладнання для проведення досліджень зроблено відеозаписи досліджень та викладено файли для завантаження результатів дослідження, що фіксуються за допомогою датчиків. Портал постійно наповнюється новими розробками вчителів та науковців, що можуть бути використані в освітньому процесі.

Отже, технічні засоби навчання використовуються в освітньому процесі з метою формування компетентності учнів, насамперед інформаційно-цифрової, підвищення ефективності засвоєння здобувачами освіти знань, умінь та навичок. На нашу думку, тенденцію розвитку освітнього середовища закладів загальної середньої освіти є його діджиталізація, включення в освітнє середовище особистих смартфонів вчителів та учнів, використання можливостей дистанційних сервісів для онлайн навчання.

Сучасне комп'ютерне обладнання надає можливість школярам оперувати з реальними та віртуальними моделями, конструкторами, що демонструють принцип роботи різноманітних приладів.

Для визначення можливостей використання сучасних технічних засобів з метою політехнічної освіти розглянемо основні напрямки використання комп'ютера в навчанні фізики.

Слід зазначити, що робота сучасної техніки тісно пов'язана з використанням інформаційних технологій, а сама техніка використовуються практично у всіх сферах життєдіяльності людини. Це один з суттєвих мотивів здатних вплинути на формування ціннісних ставлень школярів. Це обумовлено тим, що школярі використовують щоденно різноманітну техніку, у тому числі комп'ютери та смартфони. Тому молодь зацікавлена й потребує отримання відповідних політехнічних знань. Оскільки сучасні ІКТ цікаві й значущі для молоді, то вони повинні бути одним з основних змістових компонентів сучасної політехнічної освіти.

В Україні заборону на використання мобільних телефонів під час навчального процесу запровадили у травні 2007 року і через сім років, у серпні 2014 року, скасували з метою поширення використання інформаційно-комунікаційних технологій. У школярів набір занять у смартфоні здебільшого однаковий: соціальні мережі, відео, музика і пошук інформації. Залучення смартфона як засобу навчання збуджує пізнавальний інтерес підлітка, сприяє розвитку критичного мислення та формуванню інформаційно-цифрової компетентності.

Вчитель більше не є єдиним джерелом інформації, тому його роль змінюється. Інтернет дає дітям доступ до безкінечної кількості джерел, які потрібно вміти знайти і критично аналізувати та перевіряти.

Сьогодні вчитель повинен вміти використовувати такі педагогічні та інформаційно-комунікаційні технології, які сприяли б розвитку в учнів навчально-пізнавальної активності, самостійності, а також формуванню та розвитку ключових компетентностей. Серед таких технологій є технологія мобільного навчання з використанням додатків для мобільних пристроїв. Більшість підлітків мають у своєму розпорядженні мобільні пристрої (смартфони, планшети), проте використовують їх переважно для розваг чи спілкування з однолітками в соціальних мережах. Проте мобільний пристрій може стати інструментом для навчання, оскільки допомагає у проведенні навчального дослідження як в школі, так і за межами класу.

У своїй методиці ми пропонуємо використовувати застосунки для смартфонів при вивченні розділу «Механічний рух» з метою формування понять переміщення, траєкторія, швидкість, середня шляхова швидкість. Результати анкетування учителів і учнів свідчать, що вивчення механічного руху взагалі і нерівномірного зокрема, зводить-

ся до формального засвоєння означень, формул, рівнянь, а також до розв'язання значної кількості задач. Як наслідок, через недостатню наочність демонстраційного експерименту, в зв'язку з відсутністю більшості необхідних приладів у фізичному кабінеті, слабкою їх матеріальною базою, відсутністю ефективних комп'ютерних програм, що моделюють відповідні рухи, а також через складність математичного апарату в учнів виникають певні труднощі розуміння кінематичних величин. Несформовані в повній мірі кінематичні поняття, їх поверхове засвоєння призводять до зниження зацікавленості до вивчення основ кінематики, а в подальшому — зникнення інтересу до вивчення фізики взагалі.

Застосування смартфонів створює певний комфорт навчання, чим сприяє зменшенню відчуження учнів від фізики. Однією з задач, що сучасній людині доводиться вирішувати досить часто, є прокладання шляху. Щодня школяр прокладає свій шлях з дому до школи, зі школи додому, щоразу цей шлях може бути різним. Використання електронних карт значно полегшує життя людині в інформаційному суспільстві, а саме орієнтування на незнайомій місцевості. Робота учнів з електронними картами Яндекс та Google — ефективний спосіб формування такого вміння учнів, як вміння орієнтуватися в просторі. Пошук відповідного місця шляхом «подорожі» по карті, коли користувач просто перетягує зображення земної поверхні у відповідному напрямку, сприяє формуванню таких вмінь учнів, як знаходити об'єкт на карті та співвідносити карту з своїм прототипом — зображенням земної поверхні.

Сервіс передбачає інструменти для вимірювання відстаней, обчислення площ, підбір коротшого шляху та інші маніпуляції, пов'язані з вмінням учнів знімати з карти цифрову інформацію (рис. 2.5). Застосування цих можливостей геосервісу дозволяють перекласти здійснення механічних за своєю природою операцій на комп'ютер і відвести більше часу на творчу й дослідницьку діяльність учнів. Використовуючи інструмент «Лінійка» можна проілюструвати поняття переміщення й визначити переміщення між будь-якими двома точками карти. Використання інструменту «Маршрути» дає змогу проілюструвати траєкторію руху між двома точками карти, визначити шлях. Для кожного учня можна запропонувати індивідуальні завдання на використання цих понять. Смартфони мають вбудований додаток «секундомір», що дає можливість фіксувати час руху, отже можна визначати середню шляхову швидкість на різних ділянках траєкторії, а на екрані смартфона дізнатися свою миттєву швидкість.

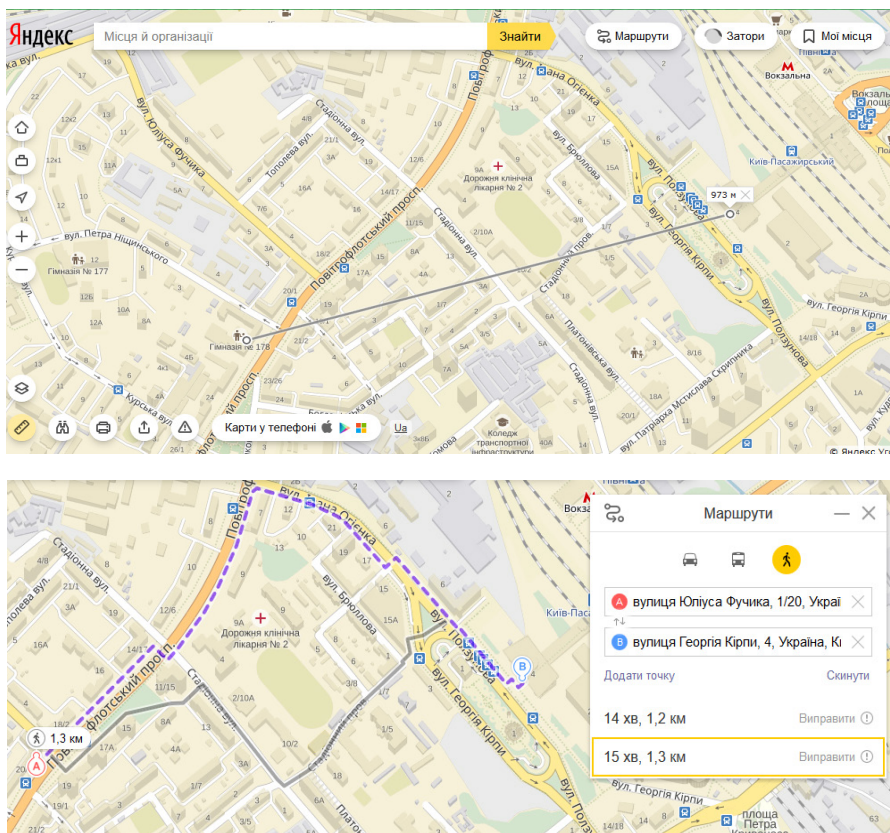


Рис. 2.5. Переміщення та шлях на електронних картах

Незамінним помічником у великому місті є створений у Львові в 2011 році додаток *easysway*, що надає інформацію про всі маршрути та зупинки громадського транспорту 50 міст України, включаючи Київ та Харків. Використовуючи дані додатку, доцільно проілюструвати поняття середня швидкість руху, фізичні принципи роботи систем геолокації й створити значну кількість практико орієнтованих задач, оперуючи такими фізичними величинами, як швидкість, шлях, час (рис. 2.6). Прикладом такої задачі може бути розрахунок середньої швидкості руху автобуса на маршруті, якщо відомі дані про протяжність маршруту та час руху.

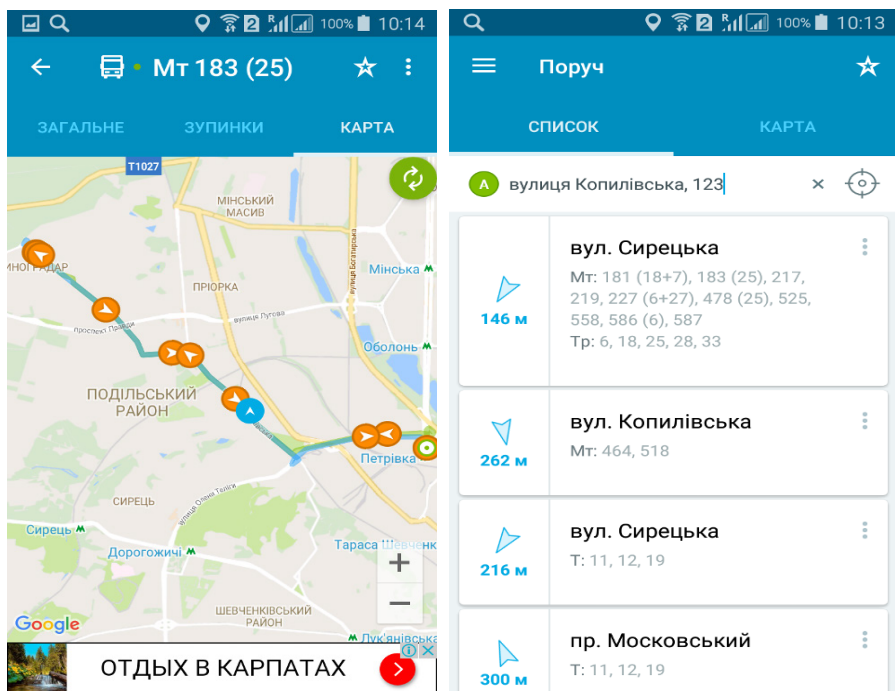


Рис. 2.6. Практико орієнтовані задачі за даними, отриманими з додатку Easway

Таким чином ми формуємо ціннісні ставлення до системи «людина—техніка» й учні здобувають політехнічні уміння та досвід практичної діяльності. Знання стають особистісно значущими, бо школяр усвідомлює де він може їх застосувати.

Крім подібного програмного забезпечення сучасні смартфони мають величезну кількість чутливих й точних датчиків (рис. 2.7). Програма «Науковий журнал» від Google перетворює смартфон у справжню вимірювальну лабораторію. За допомогою датчиків вона здатна вимірювати в режимі реального часу і зберігати в пам'яті пристрою різноманітні дані про зовнішнє середовище. Набір може змінюватись в залежності від оснащення телефону. Здебільшого для користувачів доступно отримання даних про рух, силу світлового і звукового потоків. Крім цього, «Науковий журнал» може синхронізуватися з різноманітними пристроями, що дозволяє розширити можливості системи, зокрема збільшити набір датчиків і точність вимірювань. Крім того ця програма постійно оновлюється й має україномовний інтерфейс.



Рис. 2.7. Смартфон – цифровий вимірювальний комплекс

Учні активно використовують датчики для розваг та ігр. Використовуючи акселерометр у грі, можна крутити кульку, нахилиючи свій смартфон. Це підліткам здається фантастикою, і саме фізика дає можливість школяру зрозуміти, як воно працює. Аналогічно працює іграшка мобільні перегони, де керування поворотами автомобіля здійснюється нахилами смартфона. Все це відбувається завдяки акселерометру, датчику, що визначає положення смартфона в трьох площинах. Цей датчик є у всіх смартфонах.

У наукових дослідженнях останніх років теоретичні аспекти мобільного навчання розв'язують такі науковці, як Р. С. Гуревич, І. Е. Мазурок, Н. В. Рашевська та інші..

Сучасні смартфони та планшети — це потужні і складні пристрої з безліччю схем, плат і датчиків. Саме використання датчиків й допома-

гає учням у проведенні навчальних досліджень. Мобільний пристрій дозволяє навчити школярів не просто вимірювати різні параметри навколишнього середовища, а й проводити аналіз і статистичну обробку результатів з допомогою спеціальних додатків. Сенсори сучасних мобільних пристроїв можна розділити на три категорії: датчики руху, датчики положення і датчики навколишніх умов. До першого типу відносяться акселерометр і гіроскоп, до другого — магнітометр, GPS і датчик наближення, до третього — датчик освітленості. Перевірити, які датчики знаходяться у смартфоні чи планшеті, можна за допомогою програми Sensor Kinetics.

Наявність цього інерційного датчика в планшеті чи смартфоні є важливою, оскільки дозволяє виміряти прискорення одночасно в декількох площинах (уздовж осей X , Y , Z). Це допомагає визначати положення пристрою в просторі, встановлюючи кут його нахилу відносно поверхні Землі. Завдяки акселерометру гаджет реагує на перевертання: альбомна орієнтація перетворюється на книжкову і навпаки. Крім того, пристрій реагує на струшування або удар.

Точність акселерометра виявилася невисокою, тому розробники впровадили в пристрої підтримку гіроскопа. Цей датчик виконує всі ті ж функції, що й попередник, але ще вміє визначати положення нерухомого смартфона. Він також є інерційним датчиком. Гіроскоп — це пристрій, який здатний реагувати на зміну кутів повороту навколо трьох осей координат X , Y , Z , при цьому відстеження переміщення відбувається відносно трьох площин одночасно. Гіроскоп дозволяє визначити орієнтацію пристрою в просторі і пов'язує ці дані з віртуальним світом. Можна використовувати цей датчик для визначення відстаней між об'єктами на місцевості.

У багатьох смартфонах є додаток компас. Він працює за допомогою магнітометра, спеціального датчика, що зчитує магнітне поле Землі. Використовувати такі датчики корисно в процесі досліджень рівня магнітного поля під час вивчення розділу «Магнітні явища» курсу фізики основної школи. Вимірювання слід здійснювати в різних місцях — в школі, вдома, на вулиці в різних куточках населеного пункту чи поза ним. Також завдяки цьому датчику смартфон можна використовувати замість звичайного компаса.

Датчик Холла використовується на телефонах оснащених чохлам-обкладинкою: після закриття екрану обкладинкою дисплей автоматично блокується, або розблоковується, якщо обкладинку піднімати.

Датчик освітленості автоматично регулює яскравість екрану, встановлюючи оптимальне значення в залежності від умов освітлення

навколо. Якщо гаджет знаходиться в темному приміщенні, то яскравість дисплея зменшується, щоб зайвий раз не дратувати очі. В результаті чого вдається не тільки підвищити комфорт при роботі, але і збільшити час роботи батареї. У той же час при використанні пристрою в сонячну погоду, яскравість буде вищою, для того щоб інформація з екрану була зручна для читання. Нами доведено, що датчики освітленості можна використати для дослідження рівня освітленості приміщення при вивченні розділу «Світлові явища» курсу фізики основної школи.

Більшість смартфонів оснащені внутрішнім термометром для вимірювання температури модулів телефону, він необхідний для запобігання перегріву компонентів.

Рідше смартфони обладнані барометром. Найчастіше його можна зустріти в флагманських моделях, а також в моделях для екстремальних видів спорту. Як і магнітометр, барометр допомагає пристрою швидше зорієнтуватися на місцевості. Також цей датчик доцільно використовувати і за прямим призначенням, тобто для вимірювання тиску. Для цього знадобиться встановити додаток, який можна знайти в Інтернеті. Датчик вологості дозволяє використовувати смартфон у якості метеостанції.

Таким чином, включення смартфонів, як вимірювальних комплексів забезпечує формуванні ціннісного ставлення до нього як інструмента для дослідження навколишнього середовища. Озброює школярів засобом для фізичних досліджень, що завжди під рукою. Сприяє набуттю ними досвіду практичної самостійної діяльності.

В світовій практиці використання комп'ютерних вимірювальних систем є звичайним явищем ще з минулого століття. Апаратно-програмні комплекси, що використовуються в школах та коледжах Європи та США, містять вимірювальний блок, що підключено до комп'ютера на якому встановлено програмне забезпечення для аналізу результатів експерименту.

Останнім часом для шкіл створюється навчальне обладнання з фізики з орієнтацією на впровадження і використання різних датчиків, комп'ютерних плат з аналого-цифровими перетворювачами (рис. 2.8). Разом реальний стан наявності такого обладнання в переважній більшості загальноосвітніх шкіл є досить незадовільним за відсутності централізованого постачання останнього в школи і недостатнього фінансування.



Рис. 2.8. Цифрові вимірювальні комплекси

Вимоги до специфікації обладнання вимірювального комплексу визначені наказом міністерства освіти та науки України №704 від 22.06.2016 року «Про затвердження Типового переліку засобів навчального і загального призначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів». Відповідно до цього наказу «цифровий вимірювальний комп'ютерний комплекс для кабінету фізики підключається до комп'ютера USB-порту комп'ютера, має можливість бездротового та/або дротового способу під'єднання або має автономний режим з безпосереднім виводом результатів на вбудований екран з можливістю подальшого їх перенесення для обробки до основного комп'ютера» [58]. Результати вимірювань можна візуалізувати як на екрані свого цифрового вимірювального комплексу так і передати зображення й дані на смартфони учнів чи комп'ютер вчителя з подальшим відображенням на інтерактивній дошці (рис. 2.9)



Рис. 2.9. Візуалізація показів датчиків за допомогою ІКТ кабінету фізики

Широкого розповсюдження в школах набуло використання віртуальних лабораторних робіт за допомогою серії педагогічно-програмних засобів «Віртуальна фізична лабораторія». Ці засоби дають можливість виконати лабораторну роботу за допомогою імітаційної моделі [38]. Математичний апарат, закладений у функціонування моделі дає можливість отримувати значення фізичних величин близькі до реальних, і, відповідно, робити правильні висновки про фізичний зміст явища або процесу. Моделі лабораторних робіт реалізовані на основі діяльнісного підходу. Вони передбачають не тільки спостереження фізичних процесів та явищ, які моделюються системою, а безпосередню участь в них учня (наприклад, вибір необхідного обладнання), що суттєво підсилює навчальний вплив лабораторних робіт.

У віртуальних лабораторних роботах реалізовано комп'ютерні моделі фізичних явищ та пристроїв і механізмів (наприклад, модель електричного кола з джерелом живлення, реостатом, амперметром, вольтметром, модель електромагніту, модель електричного двигуна, модель математичного маятника, яка повністю відтворює реальні коливання маятника, моделі важелів з відтворенням поведінки при їх навантаженні за допомогою тягарців тощо). У моделях, що використовуються в лабораторних роботах, реалізовано математичний апарат, який дозволяє змінювати вхідні параметри досліджуваного процесу і отримувати вихідні дані, що відповідають характеристикам реальних фізичних явищ та процесів. Так, наприклад, зміна положення повзунка реостата зумовлює відповідні зміни сили струму в колі при сталій напрузі згідно закону Ома для ділянки кола; внесення залізного осердя в котушку зі струмом зумовлює підсилення її магнітного поля, що фіксується за допомогою магнітної стрілки. Передбачено можливість здійснення механічних дій на розсуд учня, що наближує процес виконання лабораторної роботи на комп'ютері до виконання лабораторної роботи в лабораторії.

Загалом погоджуючись з думкою М. І. Садового, що моделювання фізичних процесів за допомогою комп'ютера у лабораторному експерименті мало сприяє формуванню в школярів експериментаторських умінь та навичок. Учні повинні вміти працювати з реальними фізичними приладами, збирати експериментальні установки, користуватись вимірювальними приладами. Вважаємо, що віртуальні лабораторні роботи можуть виконуватися з метою підготовки до виконання реальної лабораторної роботи в фізичному кабінеті, або після її виконання з метою закріплення отриманих вмінь і навичок та розширення можливостей шкільного фізичного експерименту.

Як інструмент оперативного керування навчально-виховним процесом, комп'ютерне тестування розширює можливості контролю та оцінювання рівня навчальних досягнень і є альтернативою традиційним методам оцінювання рівня компетентності учнів.

На нашу думку, тестовий комп'ютерний контроль знань може бути використаний під час поточного контролю. Він здійснюється у формі самостійного діалогу учня з комп'ютером у присутності вчителя, або без нього, з можливістю запам'ятовування результатів тестування. Тестування можна проводити на різних етапах навчання: під час повторення, на етапі актуалізації опорних знань, для перевірки домашнього завдання, під час вивчення нового матеріалу, для закріплення вивченого.

Розроблена Є. В. Шестопаловим контрольно-діагностична системи Test-W2 є однією з наймасовіших, що використовується в школі. Ця тестова система проста у використанні й найзручна для проведення комп'ютерного тестування з будь-яких предметів у школі на базі сучасних комп'ютерних комплексів. Переваги цієї тестової оболонки в автоматичному виставленні оцінки у дванадцятибальній системі, простота, відсутність непотрібних операцій. Різним учням попадають різні питання. Але ця оболонка працює лише з тестовими завданнями закритої форми (з вибором однієї правильної відповіді та з вибором декількох правильних відповідей).

Виправданим є й використання електронних презентацій. Слайди презентацій, зазвичай, містять ілюстративний матеріал для уроку, фрагменти відеофільмів, анімації. При підготовці презентації заздалегідь продумується структура уроку, послідовність слайдів визначає певний темп і логіку викладення матеріалу, тобто створюється сценарій проведення уроку. На слайдах розміщують короткі тези, дати, імена, терміни, визначення, формули, які необхідно учням запам'ятати. Найбільш важливий матеріал для підключення асоціативної зорової пам'яті виділяють кольором, шрифтом, обрамленням тощо.

Комп'ютерна презентація дозволяє зробити учбовий матеріал яскравим і переконливим. Мультимедійні презентації зручно використовувати на уроках при поясненні нового матеріалу, при повторенні вивченого матеріалу, при організації поточного контролю знань (презентації-опитування), а також в позаурочний час при створенні проектів і творчих робіт з фізики.

Мультимедійні засоби дають змогу відтворити фізичні процеси, про які на уроках можна говорити, звертаючись лише до уяви учнів, спираючись на їхнє абстрактне мислення. Наприклад: фізичні про-

цеси квантової та атомної фізики, хвильові процеси, електричні явища тощо. У вчителя є можливість слайди змінювати, доповнювати, корегувати, заповнювати поетапно, частинами, чи повернутись до попереднього моменту, повторити якийсь епізод.

Використання мультимедійних засобів на уроках сприяє створенню позитивної атмосфери, що має велике значення для сприйняття інформації. Проте слід пам'ятати, що комп'ютер лише моделює фізичний експеримент, а модель ніколи не може подати вичерпні відомості про явище. Тому такі мультимедійні демонстрації повинні доповнювати демонстраційний експеримент, але не підмінювати його.

Крім того комп'ютер є гарним помічником при обробці та графічному представленні результатів експерименту. Зокрема, використання табличного процесору економить навчальний час, завдяки автоматизації обчислення різних даних, записаних у табличній формі. Також ця програма зручна для графічного представлення фізичних процесів, для аналізу та порівняння отриманих графіків.

Робота спеціаліста практично будь-якого фаху пов'язана з використанням сучасної техніки та інформаційно-комунікаційних технологій. Використання у якості змістового компоненту політехнічної освіти інформаційних технологій є мотиваційним фактором, що сприяє формуванню ціннісних ставлень школярів. Це обумовлено тим, що всім доводиться використовувати щоденно сучасну техніку, зокрема комп'ютери та мобільні телефони. Тому школярі зацікавлені в отриманні відповідних знань.

Оскільки сучасна техніка та інформаційні технології є цікавими й важливими для школярів, то вони повинні бути основним змістовим компонентом сучасної політехнічної освіти.

Особливо актуальним використання інформаційних технологій при навчанні фізиці є для учнів, що пов'язують свою майбутню професійну діяльність з гуманітарним профілем навчання, оскільки вони мають низьку мотивацію до отримання політехнічних знань, проте усвідомлюють значення інформаційних технологій у житті сучасної людини.

Таким чином, політехнічна освіта неможлива без використання сучасної електронної техніки та інформаційних технологій. При формуванні політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи повинен використовуватись весь спектр мультимедійних, інтерактивних засобів навчання, а також особлива увага приділяється опануванню сучасною технікою, вивченню принципів її роботи та керування нею.

Система демонстраційних дослідів та фронтальних лабораторних робіт має забезпечити розуміння школярами принципів й методів вимірювання фізичних величин, сформувати відповідні навички.

Труднощі, що виникають у учнів при вивченні фізичних явищ, зв'язків між ними та їх практичним застосуванням легко подолати проведенням фізичного експерименту. Будучи носієм навчальної інформації, демонстраційної інформації, демонстраційний експеримент характеризується об'єктивністю та образністю, від економно витрачає навчальний час активно формуючи знання учнів. На нашу думку вкрай небажаною є підміна демонстраційного експерименту мультимедійними демонстраціями.

Усі демонстраційні досліді можна поділити на три групи:

1. досліді, що дають початкові уявлення про явище;
2. досліді, що дають можливість дослідити властивості тіл та явищ;
3. досліді, що ілюструють застосування явищ.

Саме фронтальна демонстрація застосування явищ у побутових приладах та техніці вкрай важлива для формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики.

Використання високотехнологічного демонстраційного експерименту з застосуванням цифрових вимірювальних комплексів часом створює перепону між учнями та навчальним предметом. Фізика сприймається учнями як цікава, але некорисна наука, що обмежується шкільним експериментом. Демонстраційний експеримент стає особистісно значущим коли учень може його побачити в навколишньому середовищі або відтворити дома, наприклад, виконуючи домашні експериментальні дослідження. Тому слід максимально використовувати на уроках такі демонстрації, які учень зміг би відтворити вдома, демонструвати потребу у фізичних знаннях у побуті.

Найважливішим при формуванні політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики є формування фізико-технічних, конструкторських, експериментальних умінь та навичок, а також накопичення досвіду практичної діяльності під час виконання лабораторних робіт та різноманітних експериментів. При роботі школярів з лабораторним обладнанням та цифровою технікою забезпечується повною мірою діяльнісний підхід. Робота з лабораторним обладнанням й виконання різноманітних дослідів мотивує учнів, формує пізнавальний інтерес та пізнавальну активність школярів.

Самостійне виготовлення нескладних навчальних приладів (динамометра, мірного стакану тощо) забезпечує формування конструкторських умінь та навичок. Крім того, бажано формувати вміння й

навички учнів працювати з високотехнологічним обладнанням (датчики й обробка їх сигналу).

Щоб здійснювати контроль за сформованістю політехнічних умінь, ми конкретизуємо вимоги до лабораторних робіт:

1. Виконуючи лабораторні роботи учень має працювати не тільки з наявним лабораторним обладнанням, а й конструювати саморобне.
2. Для отримання політехнічних вмінь обладнання має бути відкаліброваним й його покази мають бути достовірними, особливо це важливо на початковому етапі вивчення фізики, коли в учнів ще не сформовано вміння враховувати або усувати інструментальну похибку вимірювань.
3. Учні повинні навчитись читати інструкції з експлуатації різноманітного обладнання, для цього школярі повинні мати можливість ознайомитись з інструкціями до лабораторного обладнання, що містять його технічні характеристики та правила безпечної й ефективної експлуатації.
4. При виконанні лабораторних робіт доцільною є обробка результатів експерименту на комп'ютері (смартфоні). Використання вимірювальних датчиків як альтернативи традиційним вимірювальним приладам.
5. При ознайомленні школярів з новим лабораторним обладнанням слід обов'язково розглянути де й з якою метою це обладнання використовується на виробництві та у побуті.

При виконанні лабораторних робіт необхідний постійний контроль з боку вчителя за формуванням у учнів експериментальних умінь та навичок набуття ними досвіду практичної діяльності. Особливу увагу слід приділити формуванню ціннісних ставлень до системи «людина-техніка». Показниками наявності цього ціннісного ставлення є: дотримання правил безпеки життєдіяльності, використання усього функціоналу вимірювальних приладів, вибір оптимальних методів обробки даних тощо. На етапі рефлексії відбувається вплив на формування ціннісних ставлень підлітка: аналізуючи свої дії, допущені помилки учень усвідомлює значення ефективного й безпечного використання техніки.

РОЗДІЛ 3

КОНТРОЛЬ СФОРМОВАНOSTІ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

3.1. КОМПЛЕКСНА ПЕДАГОГІЧНА ДІАГНОСТИКА ЯК ОСНОВА ЦІЛЕПОКЛАДАННЯ В ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Методика формування ключових і предметної компетентностей учнів гімназії в процесі навчання фізики як сукупність впорядкованих знань про принципи, зміст, методи, засоби і форми організації навчально-виховного процесу здійснюється на основі практичної спрямованості освіти, індивідуальної й соціальної значущості навчального матеріалу, орієнтації на розвиток самостійності учнів. Відповідно до компетентісно орієнтованої моделі навчання виокремимо її основні компоненти: здійснення комплексної педагогічної діагностики, визначення цілей навчання, відбір змісту навчального матеріалу, виявлення форм пізнавальної діяльності, комплексна оцінка рівня сформованості компетентностей і коригування освітнього процесу.

Цільовий, змістовий, процесуально-діяльнісний, результативно-діагностувальний компоненти розробленої методики пов'язані між собою, кожний із них впливає на наступний і визначає його зміст. Цільовий компонент містить розмаїття цілей — від головної мети до конкретних завдань розвитку потреб, інтересів, цінностей, досвіду навчально-пізнавальної діяльності учнів. Змістовий — подано компетентісно орієнтованими проблемами, що розв'язуються засобами фізики. У процесуально-діяльнісному — відображено взаємодію вчителя й учнів, їхню співпрацю, організацію й управління процесом формування компетентностей. Результативно-діагностувальний компонент містить критерії, показники, рівні сформованості та очікувані результати.

Важливим елементом діяльності вчителя в процесі формування компетентностей є педагогічна діагностика, під якою розуміють сукупність методів і прийомів контролю й оцінювання, спрямованих на розв'язання завдань оптимізації й диференціації навчального процесу, удосконалення освітніх програм і методів навчання.

На сучасному етапі розвитку освіти виокремлюють такі види педагогічної діагностики: дидактична — орієнтована на виявлення результатів навчання: знань, умінь, навичок та визначення рівня навченості учнів; психолого-педагогічна — спрямована на вивчення суб'єктів освітнього процесу: виявлення освітніх потреб учнів, врахування їх індивідуальних особливостей; соціально-педагогічна — орієнтована на з'ясування виховного потенціалу мікро- й макросередовища: родини, учнівського колективу, позашкільного соціального середовища тощо; управлінська — спрямована на виявлення елементів і ланок освітнього процесу як цілісної керованої системи: цілепокладання, організація навчально-виховного процесу, діяльність структурних підрозділів школи, навчально-методичне забезпечення, підвищення кваліфікації педагогічних кадрів та ін. [1].

У процесі формування компетентностей учнів гімназії пропонуємо використовувати *комплексну педагогічну діагностику*, спрямовану на виявлення освітніх потреб та рівня сформованості складників компетентностей — знань, умінь, досвіду практичної діяльності й ціннісних орієнтацій, ресурсів освітнього середовища (родини, навколишньої соціальної сфери, навчально-методичного забезпечення школи в цілому та кабінету фізики зокрема).

З метою отримання вірогідних результатів діагностування виокремлюють наступні вимоги до визначення рівнів сформованості компетентностей: порівняння результату із загальнонавчальними цілями, використання різних методів контролю (тестування, контрольні роботи, самодіагностика тощо), *розмаїття суб'єктів* тестування (до оцінювання залучають різних учасників навчального процесу — батьків, учителів-предметників, однокласників, значну увагу надають самооцінці, рефлексії діяльності учнів), наявність зворотного зв'язку (процес оцінювання супроводжується неперервним аналізом позитивних зрушень і виявленням прогалин у досягненнях школярів), врахування індивідуальних особливостей учнів (з метою формування позитивної мотивації до навчальної діяльності відслідковують індивідуальне просування в процесі засвоєння знань, умінь і навичок, розвиток психічних якостей особистості, оцінювання здійснюють, відштовхуватись від наявного рівня досягнень кожного учня), систематичність (контрольно-оцінювальну діяльність здійснюють на різних етапах процесу навчання), оперативність оброблення результатів, відкритість (учасникам освітнього процесу заздалегідь оголошуються вимоги до рівня підготовки й процедури контролю).

Розглянемо об'єкти комплексної педагогічної діагностики в процесі формування ключових і предметної компетентностей з фізики учнів гімназії й методи їх контролю та оцінювання.

Виявлення освітніх потреб учнів на початковому етапі обумовлено задоволенням різноманітних індивідуальних уподобань і формуванням ціннісних орієнтацій. *Освітні потреби* — це прагнення особистості до здобуття знань, умінь, засвоєння основних методів пізнання, досвіду творчої діяльності й формування ціннісних орієнтацій. Перед учителем постає завдання виявляти інтереси учнів, їхні прагнення до здобуття знань, умінь і ціннісних орієнтацій, набуття відповідних видів діяльності, що є складниками компетентностей.

Одним із методів виявлення освітніх потреб є *спостереження*. Здійснення на його основі довготривалого аналізу динаміки навчальної діяльності є, як стверджує В. Леонтьєв, найуспішнішим методом непрямого проникнення в мотиваційну сферу індивідуума. Його слід застосовувати цілеспрямовано, фіксуючи певні особистісні показники психіки за розробленою системою реєстрації отриманих результатів [2].

Окрім інтересів і видів діяльності в процесі спостереження слід виявляти потреби учнів у знаннях і вміннях, що є складниками компетентностей. Наприклад, потреба оволодіти інформаційно-комунікаційною компетентністю проявляється в тому, що учень відшукує джерела додаткової інформації, проявляє інтерес до демонстрації експериментів, здійснення спостережень, виконання домашніх дослідів тощо.

Потреба в природничій компетентності характеризується тим, що учень використовує нестандартні способи розв'язування навчальних завдань, проявляє активність під час обговорення питань, пов'язаних із технікою і технологіями, виявляє інтерес до задач виробничого змісту, виконує домашні експерименти з використанням побутових технічних приладів, надає перевагу виготовленню фізичного пристрою, моделі, прагне до раціональної діяльності.

Наступним методом виявлення освітніх потреб учнів є *анкетування*. Безперечна його цінність — швидке отримання масового зворотного результату, доступного для точних математико-статистичних способів оброблення й аналізу.

Наведемо приклади анкетних запитань, за допомогою яких можна виявити освітні потреби учнів:

1. На Вашу думку, що у навчанні головне — отримати результат (розв'язати, вирішити, вивчити) чи вибір способу його досягнення (простий чи складний)?
2. Чи вважаєте Ви, що для успішного навчання потрібно володіти раціональнішими вміннями?

-
3. Чи відчуваєте Ви нестачу інформації під час підготовки повідомлень, доповідей, написанні рефератів?
 4. Якому виду діяльності на уроках фізики Ви надаєте перевагу?
 - а. Розв'язуванню задач.
 - б. Спостереженню демонстрацій, що проводяться учителем.
 - в. Роботі з науковою, науково-популярною, довідковою літературою.
 - г. Розповіді вчителя.
 - д. Самостійному виконанню дослідів.
 5. Які завдання з фізики викликають у Вас інтерес?
 - а. Якісні.
 - б. Обчислювальні.
 - в. Графічні.
 - г. Експериментальні.
 - д. Практичного змісту.
 6. Якому виду домашнього завдання Ви надаєте перевагу?
 - а. Вивчати заданий матеріал підручника.
 - б. Розв'язувати задачі з підручника або збірника.
 - в. Готувати повідомлення з певної теми.
 - г. Спостерігати фізичні явища.
 - д. Проводити досліди, виготовляти фізичні прилади, моделі.
 7. Які експерименти викликають у Вас підвищений інтерес?
 - а. З використанням точних приладів і складного устаткування.
 - б. Прості досліди з використанням предметів домашнього вжитку.
 - в. Роботи польового фізичного практикуму.
 - г. Самостійні роботи дослідницького характеру.
 - д. Комп'ютерне моделювання.

Зокрема, з метою виявлення освітніх потреб школярів в екологічних знаннях і вміннях пропонується комплекс запитань і діагностичних завдань, за допомогою яких не лише визначають рівень інформованості учнів з цієї проблеми, а й викликають у них певний інтерес, наприклад:

1. Чи є для Вас важливим знання чинників впливу довкілля на здоров'я людини? З'ясуйте їх.
2. Перерахуйте фізичні характеристики оцінки власного здоров'я.
3. Запропонуйте шляхи поліпшення екологічної безпеки у Вашому регіоні.
4. Чи задоволені Ви наявними знаннями і вміннями в галузі екології і здоров'язбереження людини або хотіли б їх поповнити?

З метою уточнення й підтвердження (або спростування) інформації, отриманої під час анкетування, доцільно використовувати метод *бесіди*. Бесіда зазвичай проводиться з метою глибшого вивчення індивідуальних особливостей мотивації навчання учнів. Бажано, щоб вона здійснювалася з урахуванням результатів, отриманих за допомогою спостереження й анкетування. Тоді її метою постає перевірка попередніх висновків. Під

час виявлення освітніх потреб учнів слід також проводити бесіди із учителями-предметниками, класним керівником, батьками, однокласниками.

Ще одним методом діагностики мотивації навчання є *оцінювання результатів діяльності учнів*. Об'єктами вивчення постають найрізноманітніші продукти творчості (фізичні прилади, моделі, повідомлення, реферати тощо).

У процесі комплексної педагогічної діагностики застосовують також *метод експертної оцінки*. Його сутність полягає в організації цілеспрямованого й всебічного вивчення мотивації за допомогою спеціальних експертних методик і залученням колег-учителів та інших фахівців. Спрощеним практичним способом експертизи є опитування колег, що працюють у класі. Отримавши відповіді на однакові запитання від різних учителів, можна сформулювати об'єктивний висновок про розвиненість мотиваційної сфери учнів, скласти індивідуальну або групову карту сформованості мотивів.

З метою накопичення й фіксації результатів спостережень та формування первинних висновків учителям рекомендують ведення педагогічних щоденників, де в довільній формі реєструються різні прояви мотивації учнів.

Наведемо приклади анкет з виявлення характеру мотивації (внутрішня або зовнішня) і спрямованості інтересів у галузі фізики.

Анкета «Інтереси в галузі фізики» (пропонується учням 7—9 класів)

1. Чим викликана необхідність вивчати фізику?
 - а. Вимогами батьків.
 - б. Намаганням отримати високі бали за результатами навчання.
 - в. Прагненням пізнати фізичні явища.
 - г. Бажанням продовжити навчання у закладах вищої освіти.
 - д. Потребою в знаннях, щоб отримати можливість оволодіти перспективною спеціальністю.
2. Який рівень навчальних досягнень з фізики Вас задовольняє?
 - а. Початковий.
 - б. Середній.
 - в. Достатній.
 - г. Високий.
 - д. Байдуже.
3. Яке у Вас ставлення до вивчення фізики?
 - а. Подобається більше інших предметів.
 - б. Не виокремлюю фізику серед інших предметів.
 - в. Допоки не визначився.
 - г. Не цікавлюся фізикою.
4. Чи треба збільшити кількість годин на вивчення фізики?
 - а. Незначно збільшити.

-
- б. Значно збільшити.
 - в. Залишити без змін.
 - г. Потрібно скоротити.
 - д. Мені байдуже.
5. Зміст якого навчального матеріалу викликає у Вас підвищений інтерес?
- а. Біографії вчених фізиків.
 - б. Математичне обґрунтування фізичних знань.
 - в. Пояснення явищ природи.
 - г. Описання технічних пристроїв і приладів (у тому числі побутових), рекомендації з їх використання.
 - д. Краєзнавчий матеріал, пов'язаний із фізикою й технікою.

З метою отримання повнішої інформації про потреби й мотиви учнів доцільно подібну анкету запропонувати й батькам. Можна скласти відповідний опитувач «чи Любите Ви? Хотіли б Ви? Подобається Вам?»:

- 1. Уроки фізики.
- 2. Читати книги або статті з астрономії.
- 3. Переглядати газети, журнали, слухати радіо, дивитися телебачення.
- 4. Читати про моряків, пілотів, космонавтів.
- 5. Ознайомлюватися з роботою й облаштуванням верстатів.
- 6. Дізнаватися про нові досягнення техніки (наприклад, із журналів «Техніка молоді», «Юний технік» та ін.).
- 7. Ознайомлюватися з облаштуванням побутових електро- і радіоприладів.
- 8. Вивчати науково-популярну літературу про фізичні відкриття.
- 9. Дивитися телепередачі про космонавтів.
- 10. Проводити час в лісі.
- 11. Читати книги про історію Батьківщини.
- 12. Здійснювати екскурсії на промислові підприємства.
- 13. Ознайомлюватися з облаштуваннями механізмів, машин.
- 14. Дізнаватися із науково-популярних журналів про досягнення в галузях радіотехніки, інформаційно-комунікаційних технологій.
- 15. Орієнтуватись у теорії фізичних явищ.
- 16. Працювати в історичному гуртку, розшукувати матеріали, що свідчать про події минулого.
- 17. Відвідувати гурток автомобілістів, обслуговувати автомобілі, мотоцикли та ін.
- 18. Збирати і ремонтувати механізми велосипедів, швацьких машин, годинників.
- 19. Ремонтувати побутові електро- і радіоприлади.
- 20. Спостерігати за природою, вести записи спостережень.
- 21. Конструювати моделі літаків, планерів, машин, кораблів.
- 22. Збирати радіоприймачі й електроприлади.
- 23. Приймати участь у фізичних олімпіадах.
- 24. Відвідувати астрономічний гурток.

25. Приймати участь в диспутах, конференціях, дискусіях.
26. Організовувати видавництво шкільної газети, брати інтерв'ю, спілкуватися з людьми.
27. Бувати в механічних майстернях, на екскурсіях у цехах заводів.
28. Ознайомлюватися з технологією виготовлення промислових товарів.
29. Користуватися точними вимірювальними приладами, здійснювати розрахунки.
30. Проводити досліди з фізики.
31. Працювати за комп'ютером.

У процесі діагностики заповнюється відповідна матриця освітніх потреб учнів (додаток 2).

Після виявлення навчальних інтересів та освітніх потреб учнів, оформлення їх у мотиваційну сферу як складника компетентності учитель організовує подальшу роботу із задоволення виявлених потреб і розвитку психічних якостей особистості. Відповідно кожному учневі пропонують засвоїти певний зміст навчального матеріалу й оволодіти відповідними способами діяльності (табл. 1).

Таблиця 1

Діяльність учителя з розвитку освітніх потреб учнів

Рівень освітньої потреби	Критерії рівня	Діяльність учителя з переходу освітньої потреби на наступний рівень
Нульовий	Учень не проявляє активності на уроці, не виконує додаткові домашні завдання тощо	Створення умов для виникнення освітньої потреби. Навколишнє середовище має містити яскраві й незвичайні мотиватори. Ними в процесі навчання фізики можуть бути фізичні прилади, цікаві досліди, розповіді про історію фізичних відкриттів
Початковий (потреба)	Учень реагує на новизну стимулу: проявляє інтерес під час проведення дослідів, демонстрацій фізичних приладів, спостереженні природних явищ	Слід зазначені вище мотиватори, тобто елементи навчальної інформації або освітнього середовища відтворювати в нових умовах: проводити екскурсії, фізичний практикум, зльоти дослідників природи та ін. Тоді окрім конкретно-почуттєвих вражень учень переживатиме позитивні емоції в процесі отримання нової інформації в абстрактній формі

Середній (інтерес)	Учень проявляє інтерес до нової інформації, самостійної роботи	Потрібно організувати самостійну роботу учнів: написання рефератів, доповідей, проведення домашніх дослідів й експериментів тощо
Високий (мотив)	Учень займається самоосвітою, його діяльність має цілеспрямований характер	З метою задоволення цього рівня потреб доцільно реалізувати в процесі навчання елективні курси за інтересами у межах шкільного компонента

На початковому етапі формування ключових компетентностей слід виявити наявні відповідні знання, уміння, ціннісні орієнтації й досвід практичної діяльності. З цією метою використовуються різноманітні методи, створюються такі їхні комбінації, які стимулювали б активність і самостійність школярів.

Підвищити вірогідність результатів діагностування дає змогу використання аркушів самодіагностики. Учень водночас з батьками заповнює такі аркуші, виявляючи наявність або відсутність відповідних певним компетентностям знань, умінь, ціннісних орієнтацій і досвіду практичної діяльності. Наведемо приклади аркуша діагностики з виявлення вмінь і ціннісних орієнтацій:

- я можу скласти план власної діяльності;
- виокремити її етапи;
- визначити вологість повітря в кімнаті;
- здобути потрібну інформацію з різних джерел;
- усвідомлюю власну відповідальність за збереження навколишнього середовища;
- визнаю важливість раціональної діяльності та ін.

За результатами діагностики складників компетентностей, використовуючи дихометричний розподіл, учитель заповнює матриці, в яких відображаються особистісні досягнення школярів. Розрахунки рівня сформованості компетентностей зручніше здійснювати з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (табл. 2).

Матриця оцінки рівня сформованості екологічної компетентності

Структурний компонент компетентностей	Зміст структурного компонента	ПІП учня	
		Чабанюк Назарик	Бабенко Артем
Знання	фізичні параметри навколишнього середовища		
	способи визначення фізичних характеристик людини		
Уміння	оцінювати екологічну ситуацію		
	оцінювати адіабатичні фактори		
Ціннісні орієнтації	усвідомлення значимості турботи про власне здоров'я		
	усвідомлення важливості дбай-ливого ставлення до природи		
	проведення досліджень навколишнього середовища		
Досвід практичної діяльності			
	участь у зльотах дослідників природи		

Важливим елементом педагогічної діагностики є вивчення стану навколишнього освітнього простору, який складається із середовища школи, дому й регіону. З цією метою використовують різноманітні методи. Зокрема, для виявлення знань і вмінь здійснюється анкетування й проводяться бесіди з учнями. Наприклад школярі відповідають на такі запитання:

1. Якими фізичними величинами характеризується стан довкілля?
2. Які фізичні характеристики здорової людини (тиск, частота пульсу, температура)?
3. Які існують етапи творчої діяльності?
4. Які джерела інформації Вам відомі?

Стан домашнього освітнього середовища доцільно визначати, використовуючи методи бесіди й анкетування.

Анкета для учнів може містити наступні запитання:

1. Де, окрім уроків, Ви отримуєте інформацію з фізики:
 - а. Удома від батьків або родичів.
 - б. Від друзів.
 - в. На заняттях у гуртках, підготовчих курсах.
 - г. У бібліотеці з навчальної літератури.
 - д. Із засобів масової інформації (радіо, телебачення, інтернет).
2. Чи є у Вас можливість працювати за комп'ютером удома?
 - а. Так.
 - б. Немає.
3. Чи є у Вас доступ до Інтернету?
 - а. Так.
 - б. Немає.
4. Які вимірювальні прилади є у Вас удома?
 - а. Термометр.
 - б. Дозиметр.
 - в. Психрометр.
 - г. Тонometr.
 - д. Барометр.
 - е. Інші _____.
5. Вкажіть професії Ваших батьків: _____

_____.

Здійснюючи опитування батьків, учитель з'ясовує наявність у школяра домашньої бібліотеки природничо-наукового змісту (енциклопедії, довідники, словники та ін.). З метою вивчення стану освітнього середовища регіону учитель вивчає довідники музеїв, промислових підприємств, наявних освітніх установ і вибирає об'єкти екскурсій. Вивчає пропозиції в послугах додаткової освіти. До *освітнього середовища школи* належить наявність майстерень, комп'ютерних класів, оснащення кабінету фізики тощо.

На підставі аналізу отриманих даних учитель робить висновок про можливість використання освітнього середовища для формування компетентностей учнів.

Зазначимо, що в основу комплексної педагогічної діагностики покладено вивчення значного масиву об'єктів (освітні потреби учнів, пізнавальні інтереси і пріоритетні види діяльності), структурні компоненти компетентностей (знання, уміння, ціннісні орієнтації і досвід діяльності), стан освітнього середовища (дім, школа й регіон), участь у процесі дія-

гносування різних суб'єктів навчання (учителі, учні, батьки, модератори додаткової освіти, однокласники), а також застосування різних методів діагностики (анкетування, тестування, спостереження, аналіз й оцінка результатів діяльності та ін.).

Результати початкової педагогічної діагностики є основою для цілепокладання — наступного компонента методики формування компетентностей учнів гімназії в процесі навчання фізики.

Ефективна педагогічна діяльність має поетапний характер, і тому надважливо вміти чітко та ясно визначати й формулювати цілі навчання. Організація навчально-пізнавальної діяльності проектується відповідно до заданої мети, від усвідомленої постановки конкретних цілей навчання залежить вибір відповідних способів діяльності. Однак, під час постановки системи педагогічних цілей на основі компетентнісного підходу значна кількість учителів стикається із певними ускладненнями. Вони полягають у формулюванні загальноосвітніх цілей мовою компетентностей, якими має оволодіти учень гімназії, та їх змістовному наповненню.

Наголошуючи на важливості проблеми цілепокладання, В. Беспалько говорить: «Педагогічна технологія характеризується відносно цілепокладання принципом діагностичної цілеспрямованості, тобто необхідністю існування реальної педагогічної технології такої постановки цілей навчання й виховання, яка б передбачала об'єктивний і однозначний контроль рівня їх досягнення» [5].

Спосіб постановки цілей за цією педагогічною технологією характеризується підвищеною інструментальністю. Він полягає в тому, що цілі навчання формулюються відповідно до його результатів й відображаються в діяльності учнів. Діагностичність мети та її критерії вивчали В. Беспалько, П. Зуєв, М. Кларин та ін. [5, 21, 23]

На сучасному етапі розвитку школи названим умовам не задовольняє ні загальна (головна) мета освіти, ні часткові цілі вивчення окремих предметів, зокрема фізики. Шкільна освіта отримує соціальне замовлення суспільства у загальному вигляді. Зокрема, задекларована в основних документах мета сучасної освіти — формування в учнів гімназії соціальної компетентності — розпорошена і не задовольняє жодній із наведених вище умов діагностичної постановки мети в педагогічній системі основної школи.

Тому виникає потреба виокремити етапи уточнення цілей навчання (рис. 1): від загальної освітньої мети — до цілей вивчення базового курсу фізики, від них — до конкретизації цілей засвоєння певного навчального матеріалу. На рівні навчального змісту визначається, які саме знання,

уміння, досвід діяльності і ціннісні орієнтації мають бути сформовані в учнів під час вивчення фізики в гімназії.



Рис. 1. Схема конкретизації цілей навчання

Мета навчання (виховання) поставлена діагностично, якщо:

- а) здійснено точне й розгорнуте описання елементів знань і рівнів їх засвоєння;
- б) існує спосіб, «інструмент» однозначного виявлення елементів знань і рівня їх сформованості;
- в) можливе вимірювання інтенсивності діагностованих знань на основі даних контролю;
- г) існує шкала оцінювання знань, створена на основі результатів вимірювання.

Конкретизація цілей на кожному етапі — важливий елемент педагогічної майстерності вчителя. Досвідчений педагог, готуючись до уроку чітко уявляє, які знання він уперше повідомить учням, які нові поняття розкриє, що з раніше засвоєного слід повторити. Чим конкретніше і точніше будуть визначені цілі, тим ефективнішими будуть результати освітнього процесу.

До цілей, окрім вимоги *діагностичності*, пред'являються ще й такі:

- *Індивідуальна й соціальна значущість*. Цілі повинні відповідати освітнім потребам школярів, а передбачувані результати бути вагомими для учня. Постановка мети має стратегічний характер, адже тоді посилюється значущість і актуальність досліджуваного матеріалу, що, насамперед, розвиває позитивну мотивацію до навчання.

- *Реалістичність*. Під час постановки цілей потрібно враховувати їхню реальність. Рівень розвитку, наявність необхідних знань, індивідуальні особливості учнів, стан освітнього середовища й інші чинники, безумовно, впливають на досягнення запланованого результату навчання.
- *Визначеність у часі*. Потрібно враховувати вікові особливості школярів, передбачати їхні досягнення на роках фізики.

Під час визначення цілей освіти в межах компетентнісно орієнтованої методики навчання учнів гімназії обов'язково потрібно враховувати відповідну структуру компетентностей. У межах кожної з них формулюються цілі з урахуванням складників компетентностей: «знання», «уміння», «ціннісні орієнтації» і «досвід практичної діяльності». Кожний компонент містить комплекс різних елементів (табл. 3, 4, 5).

Таблиця 3

Цілі навчання фізики, орієнтовані на формування інформаційно-комунікаційної компетентності

Сформувати	Дидактичні елементи складників компетентностей
Знання	різні джерела інформації (навчальні тексти, художня література, довідкові й науково-популярні видання, комп'ютерні бази даних, ресурси Інтернет, ЗМІ); методи оброблення й види кодування інформації; методи наукового пізнання (емпіричні й теоретичні); цикл наукового пізнання
Уміння	відшукувати потрібну інформацію в різних джерелах; обробляти її й перетворювати, представляти в різноманітних формах (словесно, за допомогою графіків, математичних символів, малюнків і структурних схем); здійснювати спостереження за природою; використовувати вимірювальні прилади з метою вивчення фізичних явищ; проводити експерименти; моделювати фізичні явища й процеси
Ціннісні орієнтації	усвідомлення значущості нової інформації для пізнання й перетворення навколишнього світу; переконаність у можливості пізнання природи; усвідомлення необхідності роботи з різними джерелами інформації
Досвід практичної діяльності	робота з підручником, каталогом, довідником, базами даних, збірником задач, мережею інтернет, підготовка доповідей, повідомлень, написання рефератів

Таблиця 4

**Цілі навчання фізики, орієнтовані на формування
інноваційної компетентності**

Сформувати	Дидактичні елементи складників компетентностей
Знання	структура діяльності; її види; засоби й способи раціональної діяльності; принципи її організації
Уміння	формулювати проблему; визначати мету діяльності; планувати власні дії; здійснювати вибір форм, методів і засобів відповідної діяльності; оцінювати її результати, здійснювати рефлексію (самооцінка, самопізнання); коригувати діяльність
Ціннісні орієнтації	визнання значущості раціональної, творчої діяльності; усвідомлення творчої діяльності як основи пізнання й перетворення навколишнього середовища
Досвід практичної діяльності	створення фізичних моделей, конструкцій, приладів, конструювання побутових приладів, виконання домашніх дослідів й експериментів, проведення комплексних досліджень і проектів

Таблиця 5

**Цілі навчання фізики, орієнтовані на формування
екологічної компетентності**

Сформувати	Дидактичні елементи складників компетентностей
Знання	фізичні параметри навколишнього середовища та їх норми для комфортного стану людини; вплив зміни фізичних параметрів навколишнього середовища на здоров'я; захист від шкідливих факторів навколишнього середовища; шляхи профілактики й зменшення їх негативного впливу; фізичні характеристики людського організму і їх значущість для здоров'я; способи визначення фізичних характеристик людського організму

Уміння	оцінювати екологічну ситуацію; виявляти адіабатичні чинники; ефективно використовувати обмежені ресурси природи й людського організму; визначати фізичні параметри, що впливають на екологію; установлювати закономірності між станом навколишнього середовища й здоров'ям людини; оцінювати вплив екології на здоров'я, використовуючи методи природничих наук
Ціннісні орієнтації	значущість турботи про власне здоров'я й здоров'я навколишніх; усвідомлення необхідності дбайливого ставлення до природи; переконаність у потребі усвідомленого використання досягнень науки й технологій для подальшого розвитку суспільства
Досвід практичної діяльності	проведення досліджень навколишнього середовища, організму людини, участь у зльотах дослідників природи, ведення щоденника здоров'я, проведення моніторингу фізіологічних характеристик, вимір різних параметрів навколишнього середовища й людського організму, проведення моніторингу його екологічного стану

Зазначимо, що складники ключових і предметної компетентностей знання, уміння, ціннісні орієнтації і досвід діяльності, як правило, не поділяються на класи або окремі предмети. Більшість з них належить до наскрізних ліній навчання, відрізняючись лише повнотою представлення. Наприклад, вже учневі 7-го класу доступно виконати прості спостереження фізичного явища, математичні ж розрахунки й наукові дослідження стануть посильними їм пізніше.

Відповідні освітні компетентності (інформаційно-комунікаційна, інноваційна, соціальна, екологічна, математична, природнича та ін.) мають різний обсяг знань, умінь і досвіду на різних етапах навчання.

Індивідуальні цілі навчання кожного учня коригуються учителем, учнем і батьками в процесі обговорення результатів педагогічної діагностики. Наприклад, якщо учень має високий рівень компетентнісних знань, але у нього недостатньо сформовані практичні уміння, то в процесі подальшого навчання необхідно пропонувати школяру різні види діяльності з метою розвитку умінь і набуття практичного досвіду та ін.

Отже, можна зробити висновок, що в процесі реалізації методики компетентнісно орієнтованого навчання фізики в гімназії навчально-піз-

навальна діяльність школярів має бути організована як відповідно до загальнопредметних цілей навчання, так і цілей формування ключових і предметної компетентностей.

Виходячи з необхідності урахування освітніх потреб школярів і досягнень фізичної науки, а також приймаючи до уваги цілі навчання, спрямовані на формування ключових і предметної компетентностей, конкретний навчальний матеріал базового навчального плану має добиратися на основі наступних вимог: практична спрямованість; потенційна значущість; відповідність регіональним особливостям розвитку науки й промисловості; відповідність освітнім потребам школяра; спрямованість на формування знань, умінь і ціннісних орієнтацій.

3.2 ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ З ФІЗИКИ НА ЗАСАДАХ КОМПЕТЕНТІСНОГО ПІДХОДУ

Оцінювання завжди посідало чинне місце в системі освіти, адже воно позиціонується як ефективний інструмент забезпечення якості освіти. Що по суті є оцінювання? Це, за висловом новозеландського вченого К.Е.Бібі «систематичне збирання фактів, за яким йде наступний етап — судження про їхню цінність і відповідне планування дій» [1]. Особливого значення набуває оцінювання в зв'язку з розпочатими в Україні освітніми реформами.

Здійснений нами аналіз шкільної практики, нормативних документів засвідчує про зміни процедур й інструментарію оцінювання в системі загальної середньої освіти, зокрема про перехід на нові засади, передбачені Концепцією нової української школи та оновленими законодавчими та нормативними документами.

За останні десятиліття традиційна контрольна-оцінювальна практика збагачена різноманітними підходами до її здійснення (індивідуальний, накопичувальний, рейтинговий, портфоліо тощо) та засобами (збірники завдань, зошити, оцінні листи, комп'ютерні програмні засоби). Проте проблема оцінювання, в контексті реформи загальної середньої освіти, що заснована на засадах компетентнісного підходу не у зовнішній зміні форм і засобів, а у оновленні усіх складників процедури оцінювання, як то цілі й об'єкт оцінювання, інструментарій, форми й засоби оцінювання, шкали, критерії й рівні та ін.

Головні зміни у системі оцінювання, які ми розглянемо у цьому параграфі пов'язані з такими питаннями:

1. Що є предметом оцінювання — навчальні результати чи компетентності?
2. Як узгоджуються вимоги до оцінювання предметної компетентності з фізики з природничо-науковою грамотністю?

-
3. Як підготуватися до PISA-2021?
 4. Як підготуватися до ДПА після завершення гімназії у формі ЗНО в 2027?
 5. Як розробити внутрішню систему оцінювання з предмету?
 6. Якими мають бути форми, види й інструментарій формувального оцінювання?

Чинним на сьогодні є наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 13.04.2011 N 329 (Зареєстрований в Міністерстві юстиції України 11 травня 2011 р. за N 566/19304) «Про затвердження Критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів (вихованців) у системі загальної середньої освіти» [2]. Ці Критеріїв визначають загальні підходи до визначення рівня навчальних досягнень учнів (вихованців) у системі загальної середньої освіти та встановлюють відповідність між вимогами до знань, умінь і навичок учнів та показником оцінки в балах відповідно до рівнів навчальних досягнень. На їх основі розроблено орієнтовні вимоги оцінювання навчальних досягнень учнів із базових предметів у системі загальної середньої освіти [3]. Змістом вимог до оцінювання є виявлення, вимірювання та оцінювання навчальних досягнень учнів, які структуровані у навчальних програмах, за предметами.

Як бачимо предметом оцінювання є «навчальні досягнення учнів».

У новому Законі України «Про повну загальну середню освіту», що вступив у дію у 2020 році є стаття 17 «Оцінювання результатів навчання учнів та їх атестація» [4]. Як бачимо, предметом оцінювання є «результати навчання». «Кожен учень має право на справедливе, неупереджене, об'єктивне, незалежне, недискримінаційне та доброчесне оцінювання результатів його навчання незалежно від виду та форми здобуття ним освіти» зазначено у статті 17. Основними видами оцінювання результатів навчання учнів є формувальне, поточне, підсумкове (тематичне, семестрове, річне) оцінювання, державна підсумкова атестація, зовнішнє незалежне оцінювання.

Отже, перша зміна яка має бути відображена у діяльності вчителя й учнів — це вміння спрямовувати процес навчання на отримання відповідних результатів навчання. Поки що немає офіційного документу, яким би визначалось як здійснювати оцінювання навчальних результатів, критеріїв цього оцінювання, і можливо такого документу й не буде. Адже новим законодавством передбачено, що поточне та підсумкове оцінювання результатів навчання учнів на предмет їх відповідності вимогам навчальної програми, вибір форм, змісту та способу оцінювання здійснюють педагогічні працівники закладу освіти. Ця вимога прописана і в статті 11. «Освітня програма», де вказано, що заклад освіти само-

стійно розробляє освітню програму закладу освіти, складником якої є процедури оцінювання навчальних результатів [4].

То ж, щоб допомогти педагогічним працівникам у цій царині розглянемо що ж підлягає оцінюванню. Чим «результати навчання» відрізняються від «навчальних досягнень», чи від «компетентностей».

Щодо виразу «навчальні досягнення» то **Навчальні досягнення** — це рівень оволодіння учнями системою знань основ наук, умінь та навичок їх практичного застосування і розвиток творчих здібностей.

У законодавчих документах [4] зазначено:

- **результати навчання** — це знання, уміння, навички, способи мислення, погляди, цінності, інші особисті якості, набуті у процесі навчання, виховання та розвитку, *які можна ідентифікувати, спланувати, оцінити і виміряти та які особа здатна продемонструвати після завершення освітньої програми або окремих освітніх компонентів.*

Як бачимо це визначення більше відповідає сучасній парадигмі компетентнісного навчання. І заміна терміна «навчальні досягнення» на «результати навчання» не несе якісної змістової заміни, окрім осучаснення. То ж у перехідний період ці два терміни можна вважати однозначними, або вживати «навчальні результати».

Проте функціонально між цими термінами є різниця. Якщо термін «навчальні досягнення» застосовувався виключно в документах, що регламентують процедури оцінювання, то термін «результати навчання» є системоутворюючим в освітньому процесі. Він узгоджує стандарти освіти, освітні й навчальні програми, процедури оцінювання й якісь освіти

Зміни в процедурах оцінювання результатів навчання описані в аналітичному документі «Стратегічні питання розвитку освітніх оцінювань в Україні до 2030 року» [5]. Метою цього документа-пропозиції є створення системи освітніх оцінювань, яка має орієнтуватися на чотири ключові позиції: сприяння підвищенню якості початкової, базової середньої та повної середньої освіти; накопичення об'єктивної інформації про освітній процес і результати навчання здобувачів загальної середньої освіти; підтримування освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти (що і як оцінюється — тому й тією мірою приділяється увага під час організації освітнього процесу); підтримування вчителів, підвищення довіри до них. Імплементация положень аналітичного документа-пропозиції уможливить до 2027 року створення повноцінної системи освітніх оцінювань на ключових етапах здобуття загальної середньої освіти, що буде інтегральною складовою Нової української школи [5].

Врахування пропозицій, зазначених у документі можна поступово апробувати в шкільній практиці, адже перехід на засади НУШ відбувається як поетапно, так і наскрізно.

На увагу заслуговує позиція цілі оцінювання, яку вже варто застосовувати в освітній діяльності з уточненнями до поточного стану.

Цілями оцінювання має бути: 1) встановлення відповідності результатів навчання здобувачів базової середньої освіти вимогам Державного стандарту базової середньої освіти та/або очікуваним результатам навчання, визначеним типовими освітніми (*навчальними* — уточнення наше) програмами;

2. надання здобувачам освіти та їхнім батькам, а також іншим зацікавленим суб'єктам об'єктивної інформації про навчальні можливості й здобутки конкретного учня/учениці;
3. одержання інформації про загальний рівень базової середньої освіти з метою подальшого її використання для визначення шляхів підвищення якості освітньої діяльності та прийняття обґрунтованих рішень щодо напрямів розвитку базової середньої освіти [5].

Термін «очікувані результати навчання» уже внесено в оновлені навчальні програми для 5-9 класів закладів загальної середньої освіти, у тому числі й з фізики [5].

Щоб порівняти терміни «результати навчання» і «компетентність», звернімося ще раз до визначення результатів навчання. **Результати навчання** — це знання, уміння, навички, способи мислення, погляди, цінності, інші особисті якості, набуті у процесі навчання, виховання та розвитку, які можна ідентифікувати, спланувати, оцінити і виміряти та які особа здатна продемонструвати після завершення освітньої програми або окремих освітніх компонентів. Як бачимо, знання були є й залишаються важливим складником. Упровадження компетентнісного підходу супроводжувалось гаслами «змінимо ЗУНи (знання, уміння й навички) на компетентності», що деким сприймалось як «викинемо» знання, залишимо компетентності. Інколи відбувалась механічна заміна цих термін, як от «урок формування нових знань» на «урок формування компетентностей», «урок корекції знань» — на «урок корекції основних компетентностей» тощо. Якщо проаналізувати термінологічне поле, закріплене в українському законодавстві [4], то «компетентність» швидше зі звучне із «результатами навчання»:

- **компетентність** — динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність.

Як бачимо поняття «компетентність» і «результат навчання» збігаються у переліку того, що має бути здобуте, сформоване й розвинуте у процесі навчання і життєдіяльності.

Дослідники поняття предметної й ключових компетентностей, зазначають, що визначення рівнів сформованості компетентностей учнів стикається із низкою ускладнень, зумовлених, насамперед, багатовимірністю їх структури, що потребує застосування модернізованих шкал оцінювання та особливих способів інтерпретації освітніх результатів. Поняття компетентність є більш широким і загальним, його можна розглядати як ресурс діяльності та її результат (див. п.1.1, рис.1.2). З точки зору ресурсу діяльності особистості складовими компетентності є: мотиваційний, когнітивний, діяльнісний та особистісний компоненти. Мотиваційний — це ставлення та стійкий позитивний інтерес до вивчення фізики, прагнення до самоосвіти та самовиховання; когнітивний — виявлення рівня теоретичної підготовки, вміння застосовувати знання на практиці; діяльнісний — свідчить про рівень сформованості знань, умінь та навичок; особистісний — характеризує внутрішні та індивідуальні якості учнів стосовно виконання певного виду діяльності. Проте, оскільки компетентність є особистісною характеристикою, то виміряти її сформованість за цими компонентами складно. Відповідно оцінюючи компетентність слід визначити рівень **сформованості її компонентів, як результатів діяльності** — знань, умінь, навичок, ціннісних ставлень та набутого досвіду практичної діяльності.

Підсумовуємо: поняття «компетентність» пов'язане з конкретною особистістю — носієм компетентності, який може продемонструвати її ефективне використання в реальній практиці, тоді як термін «результати навчання» — це формулювання того, що повинен буде знати, розуміти і / або бути в змозі продемонструвати учень після закінчення процесу навчання або його частини. Не може бути жодного протиставлення результатів навчання та компетентностей, адже між ними є глибока діалектична єдність: сукупність результатів навчання в їх динамічному поєднанні приводить до набуття особами, які навчаються, відповідних компетентностей, а з іншого боку — оволодіння певною компетентністю вимагає засвоєння конкретних знань, умінь, навичок, тобто — результатів навчання. Тож коли ви зустрічаєте збірники завдань із формування й перевірки компетентностей, подібні рубрики у підручниках з фізики, знайте, вони присвячені завданням, які вимагають не лише відтворення, а й застосування знань у навчальних й життєвих ситуаціях, спонукають до вирішення проблем, аналізу й критичного мислення, гнучкості думок, прояву креативності й творчості.

Опис результатів навчання у першу чергу є основою стандартів освіти, освітніх і навчальних програм. Для вчителя опис очікуваних результатів є орієнтиром для здійснення оцінювання.

Якщо ж порівнювати «компетентність» і «ЗУН», то бачимо, що «знання, уміння й навички» є основою компетентності. Компетентність — як якість особистості включає в себе ще й емоційно-ціннісний складник: способи мислення, погляди, цінності й інші особисті якості. І головне — що це має бути цілісне утворення інтелектуального й емоційного, яке визначає здатність людини успішно вирішувати різні проблеми, з якими вони зустрічатимуться в реальних проявах своєї життєдіяльності — навчальній, професійній, громадській тощо. Суть компетентнісної парадигми освіти полягає в тому, що здобуття знань не обмежується навчанням в школі, що здобуття нових знань, набуття досвіду й навиків, зміна роду діяльності, розширення спектру професійної діяльності уже зараз є вимогою часу. Формування й розвиток компетентностей — процес неперервний. Шкільний етап формування компетентностей має певні особливості й визначається умовами освітнього процесу.

Аналіз чинного документу про орієнтовні вимоги оцінювання навчальних досягнень учнів із базових предметів у системі загальної середньої освіти засвідчує, що в українській системі оцінювання акцентується увага на змісті й особливостях кожного окремого предмету. Зокрема оцінюванню з фізики підлягає: рівень володіння теоретичними знаннями, що їх можна виявити під час усного чи письмового опитування, тестування; рівень умінь використовувати теоретичні знання під час розв'язування задач різного типу (розрахункових, експериментальних, якісних); рівень володіння узагальненими експериментальними уміннями та навичками, що їх можна виявити під час виконання лабораторних робіт і фізичного практикуму; зміст і якість творчих робіт учнів (навчальних проєктів, творчих експериментальних робіт, виготовлення приладів, комп'ютерне моделювання фізичних процесів тощо) [3].

У порівнянні з іншими природничим предметами (біології, географії й хімії) також в першу чергу враховується обсяг відтворення знань, рівень розуміння навчального матеріалу з відповідного предмету та рівень оволодіння практичними уміннями та навичками. Узагальнено можна виділити такі складники оцінювання природничих предметів: теоретичне володіння термінологічним апаратом кожної із наук у поясненні їхнього предмета вивчення, практичне застосування теорії під час розв'язування задач й експериментальне уміння.

У міжнародних дослідженнях інтегруючою основою для предметів природничого циклу є те, що вони належать до одного сімейства наук.

І складники оцінювання зосереджені на **природничо-науковій грамотності**, що полягає у розумінні основних фактів, понять і пояснювальних теорій (тобто знання наукового **змісту**), розумінні того, яким чином наукові ідеї перевіряються, спростовуються чи підтверджуються в експерименті чи на практиці (знання **процедур**), і розумінні логічного обґрунтування цих процедур та обґрунтування щодо їх використання (**епістемне** знання) [8].

Такий підхід дає змогу оцінювати роль науки. Ідеться про розумінням того, як знання науки змінює спосіб взаємодії зі світом і як його можна використовувати для досягнення більш широких цілей. Без акцентів ведучої ролі якоїсь із наук.

В українській освітній системі традиційно фізику в певній мірі відокремлюють від природничих наук і більше інтегрують з математикою. Це правильно. Але все більше відчувається потреба у взаємодоповненні фізики, біології, хімії й географії у формуванні ключової компетентності в галузі природничих наук. Дослідження історії науки беззаперечно засвідчує, що більшу частину змісту природничого знання складають переважно здобутки фізичної науки, яка вивчає найпростіші і разом з тим найбільш загальні закономірності природи, властивості і будову матерії та закони її руху. Вивчаючи те чи інше явище фізика встановлює зв'язок цього явища з іншими явищами природи. Тому поняття і закони фізики є фундаментальними, тобто базовими для всіх природничих наук: біології, хімії, географії, астрономії та ін. У той же час кожен етап розвитку природничих наук супроводжується постійними змінами: з'являються нові науки, змінюється їх роль. Наразі фізика достатньо повно дослідила свою ділянку матеріального світу (як правило неживої природи) і все більша частина фізиків займається дослідженнями живої природи, або розробленням прикладних технологічних рішень. Це стосується й хімії. Сьогодні фізики й хіміки в усьому світі найбільш інтенсивно долучаються до біологічних досліджень, що виводить у лідери такі науки, як біофізика, біохімія, молекулярна біологія, генетика.

Тож нагальною є потреба послідовного переходу до змісту освіти, який ґрунтується на засвоєнні й розвитку універсальних способів вивчення світу природи, забезпечує формування в свідомості учнів цілісного розуміння природи і місця людини в ній. Учні мають розуміти ідеї фізики, біології, геології, географії та космології й уміти певним чином їх застосовувати в конкретних ситуаціях, коли елементи знань є взаємозалежними або міжпредметними. Такі знання необхідні для розуміння природного світу й для розуміння ситуацій в особистісному, локальному, національному та глобальному контекстах [8]. У той же час учні мають

розуміти як ці знання були отримані, у який спосіб. Тому важливо щоб у процесі вивчення природничих предметів учні усвідомили, що спочатку розробляються гіпотетичні пояснювальні ідеї, які далі перевіряють за допомогою емпіричних досліджень. Емпіричні дослідження ґрунтуються на певних усталених поняттях й процедурах, наприклад, понятті залежних і незалежних змінних, видів вимірювання, значень похибки, кореляції, загальних закономірностей, які можна спостерігати в даних, в моделюванні, умінні користуватися приладами й обладнанням для проведення досліджень. Саме ці знання понять і процедур є необхідними для наукового дослідження, що лежить в основі збирання, аналізування й інтерпретування наукових даних.

Розглянуті вище вимоги складають підґрунтя для формування й оцінювання когнітивного¹ (знання) й діяльнісного (розумові й фізичні дії — уміння, й навички) складників компетентності як предметної з фізики, так і ключової в галузі природничих наук техніки й технологій.

У свою чергу обґрунтування для процедур і практик, має базуватися на знанні структур і визначальних ознак, які служать керівним принципом для спрямовування наукового дослідження, а також обґрунтування з метою прийняття наукових тверджень про природний світ як переконань. Іншими словами учні мають уміти формувати висновки обґрунтовані даними, або з'ясувати, який із доказів найкраще підтверджує гіпотезу, висунуту в завданні, і пояснювати, чому. Тому наступний складник, який до цього часу досить залишається слабкою ланкою в оцінюванні — це емоційно-ціннісний. Ставлення до науки відіграє значну роль на шляху формування зацікавленості учнів, їх уваги й активності в галузях науки й техніки, а також у життєвих питаннях. Однією з цілей навчання природничих предметів є розвиток такого ставлення, яке спонукає учнів брати активну участь у вирішенні наукових проблем. Таке ставлення сприяє подальшому оволодінню науковими й технічними знаннями й застосуванню їх на користь в особистісному, локальному, національному та глобальному масштабах, а також сприяє розвитку особистості. У цьому питанні слід враховувати відмінність між ставленням до науки та науковим ставленням (або краще сказати науковим мисленням): якщо перше вимірюють рівнем зацікавленості до наукових питань і дій, то друге виявляється в умінні застосовувати емпіричні докази як підґрунтя для формування переконань. Визнання цінності наукового підходу до дослідження загалом розглядають як основну мету природничо-наукової освіти, і її досягнення потребує оцінювання.

1 Когнітивний — розумовий процес пов'язаний із сприйняттям, формуванням понять, вирішенням завдань, уявою та логікою

Таким чином оцінюванню підлягають знаннявий, діяльнісний та ціннісний складники предметної компетентності з фізики як частини ключової — у галузі природничих наук, техніки й технологій та володіння загальнонавчальними наскрізними вміннями якими є: читання з розумінням, уміння висловлювати власну думку усно й письмово, критичне та системне мислення, творчість, ініціативність, здатність логічно обґрунтовувати позицію, уміння конструктивно керувати емоціями, оцінювати ризики, приймати рішення, розв'язувати проблеми, співпрацювати з іншими особами [9].

Тому, на нашу думку, в системі оцінювання з предметів природничого циклу, за умови їх вивчення як окремих предметів також мають бути обрані інтегруючі ідеї, які реалізуються **комплексними завданнями й формами навчання**. Наприклад, завданнями, де вимагається продемонструвати здатність використовувати навчальні здобутки в різноманітних життєвих ситуаціях для розв'язування особистісної й суспільно значущих проблем, або **ситуативні завдання і вправи** для реалізації наскрізних змістових ліній, або **міжпредметні навчальні проекти** тощо.

Вчити розв'язувати комплексні завдання стане ключовим завданням учителя гімназії в перспективі, коли буде запроваджене ДПА у формі ЗНО після 9 класу.

Як зазначається в стратегії розвитку освітніх оцінювань у сфері загальної середньої освіти в Україні до 2030 року [5] доцільність використання **іспитів комплексного** характеру мотивована тим, що на рівні базової середньої освіти закладаються основи предметних компетентностей, серед яких природничі науки (біологія, фізика, хімія, географія, екологія тощо), історія й громадянська освіта (історія України, всесвітня історія, основи правознавства тощо), є визначальними у формуванні світогляду сучасної людини. Тому обмежитися якимось одним предметом було б недоцільно, оскільки це не дає можливості оцінити цілісність природничо-наукових або суспільствознавчих знань випускника гімназії.

Зміст завдань ДПА буде орієнтованим на вимоги нового Державного стандарту базової середньої освіти [9]. Тому завдання розроблятимуться на основі компетентнісного підходу з урахуванням особливостей формування ключових компетентностей певною освітньою галуззю.

Зміст комплексних тестових завдань із природничої галузі буде ґрунтуватися на сформованих в учнів предметних компетентностях (наприклад, з біології, екології, фізики, хімії, географії тощо для природничої галузі). Ці завдання групуються у відповідні предметні субтести, які на конкретному предметному змісті відображають вимоги Державного стандарту базової середньої освіти до обов'язкових результатів освіт-

ньої галузі загалом. Такий підхід надає можливість оцінити здобутки учня як з конкретного предмета (оцінка за субтест), так і досягнення ним обов'язкових результатів навчання за відповідною освітньою галуззю.

Як ми вже вказували реформа НУШ здійснюється як поетапно, так і наскрізно. Окрім того запровадження нових засад на відповідному рівні освіти може відбуватися без очікувань поступового переходу. Так неодноразово наголошується про можливість і необхідність запровадження профільного трирічного навчання в ліцеях раніше визначених термінів запровадження реформи. То ж не виключно, що апробація зовнішнього оцінювання після 9 класу почнеться раніше 2027 року.

1.1. Як розробити внутрішню систему оцінювання з предмету?

Перед тим, як розглянути питання розроблення внутрішньої системи оцінювання з предмету ознайомимось із рекомендаціями, що надають міжнародні експерти аналізуючи систему освіти в Україні.

ВИТЯГ ЗІ ЗВІТУ «ОГЛЯДИ ОЕСР НА ТЕМУ ДОБРОЧЕСНОСТІ В ОСВІТІ: УКРАЇНА 2017» [10].

В Україні необхідно розробити кращу національну рамку оцінювання, яка міститиме компоненти, викладені нижче.

- Точне й надійне оцінювання передбачає формулювання цілей навчання, які описують, що повинні знати й уміти робити учні з кожного предмету до кінця кожного навчального року. В ідеалі ці навчальні цілі мають бути тісно пов'язані з вимогами державної навчальної програми (як, наприклад, в Англії). Це також мають бути SMARTцілі: конкретні, вимірювані, досяжні, актуальні й обмежені в часі.
- Також повинні існувати критерії успіху для кожного навчального предмету на кожен навчальний рік. Ці критерії успіху мають бути чіткими й комплексними, давати змогу вчителям робити судження, чи було досягнуто навчальних цілей і в якому обсязі.
- Оцінювання покращиться й за використання шкали з достатньою кількістю балів, щоб учителі могли забезпечувати диференціацію учнів, у яких рівень успішності є відчутно, а не радикально різним.
- Також важливо наводити приклади успішності відповідно до навчальних цілей, які очікуються на рівні кожного бала шкали, щоб учителі могли робити надійні та послідовні висновки, якою мірою досягнуто таких цілей. Як супровідний захід важливо приділяти більше часу та уваги навичкам оцінювання під час підготовки вчителів — як у первинній педагогічній освіті, так і на курсах підвищення кваліфікації.

-
- Навчати вчителів проміжного/діагностичного та підсумкового оцінювання під час первинної освітньої програми (навчання у закладі вищої освіти) та підвищення кваліфікації, щоб вони могли постійно оцінювати успішність кожного учня в класі порівняно з навчальними цілями та виявляти галузі, в яких учні потребують додаткової допомоги в періоди між іспитами.
 - Школи повинні бути організовані, мати належні ресурси та час у розкладі для надання додаткової індивідуальної допомоги за необхідності. Це також допоможе зменшити існуючу потребу в приватному репетиторстві.
 - Усунення можливостей для неналежного виставлення оцінок вимагає більш активного залучення батьків. Нова система має включати можливість для вчителів у класі надавати батькам регулярні відгуки про навчання і успішність їхніх дітей, а також обговорювати з ними, що можна зробити у випадку проблем із навчанням. Учителі повинні повідомляти батькам, як результати іспитів дитини виглядають на тлі результатів інших дітей та відповідно до очікуваних стандартів. Такі повідомлення мають надходити у письмовій формі відповідно до затвердженого спільного формату.

На сьогодні в Україні критерії, правила і процедури оцінювання є складовою системи забезпечення якості освіти в закладах освіти — внутрішньої системи забезпечення якості освіти.

Внутрішня система забезпечення якості освіти формується закладом освіти та має, зокрема, включати механізми забезпечення академічної доброчесності, порядок виявлення та встановлення фактів порушення академічної доброчесності, види академічної відповідальності педагогічних працівників та учнів за конкретні порушення академічної доброчесності [4].

Кожен заклад освіти має свої особливості — тип, рівень освіти, умови діяльності, фінансування, місцезнаходження, освітня програма тощо. Усі ці складові впливають на формування для кожного окремого закладу внутрішньої системи забезпечення якості освітньої діяльності і якості освіти. То ж на допомогу педагогічним колективам закладів освіти Державною службою з якості освіти розроблено «Абетку для директора» — рекомендації до побудови внутрішньої системи забезпечення якості освіти у закладі загальної середньої освіти [11]. Рекомендації ґрунтуються на запропонованих для інституційного аудиту вимогах та критеріях оцінювання якості освітньої діяльності, управлінських процесів у закладі та охоплюють освітнє середовище, управлінські процеси, якість педагогічної діяльності, систему оцінювання навчальних досяг-

нень учнів. Закон України «Про освіту» (частина третя статті 41) визначає такі компоненти внутрішньої системи забезпечення якості освіти, як от: стратегія (політика) та процедури забезпечення якості освіти; система та механізми забезпечення академічної доброчесності; оприлюднення критеріїв, правил і процедур оцінювання здобувачів освіти; оприлюднення критеріїв, правил і процедур оцінювання педагогічної (науково-педагогічної) діяльності педагогічних та науково-педагогічних працівників; оприлюднення критеріїв, правил і процедур оцінювання управлінської діяльності керівних працівників закладу освіти; забезпечення наявності необхідних ресурсів для організації освітнього процесу, в тому числі для самостійної роботи здобувачів освіти; забезпечення наявності інформаційних систем для ефективного управління закладом освіти; створення в закладі освіти інклюзивного освітнього середовища, універсального дизайну та розумного пристосування [4]. Запропоновані Законом складові фактично утворюють чотири напрямки внутрішньої системи забезпечення якості освітньої діяльності та якості освіти закладу: 1. освітнє середовище; 2. система оцінювання здобувачів освіти; 3. педагогічна діяльність педагогічних працівників закладу освіти; 4. управлінські процеси [11]

Для учителя фізики важливим є розуміння усіх складників/напрямків внутрішньої системи якості освіти, проте ми детальніше зупинимось на такій позиції як система оцінювання здобувачів освіти. Як вказано рекомендаціях до побудови внутрішньої системи забезпечення якості освіти у закладі загальної середньої освіти, інституційним аудитом будуть перевірятися дотримання таких вимог:

Вимога/правило 2.1. Наявність відкритої, прозорої і зрозумілої для здобувачів освіти системи оцінювання їх навчальних досягнень.

Критерій 2.1.1 Здобувачі освіти отримують від педагогічних працівників інформацію про критерії, правила та процедури оцінювання навчальних досягнень

Критерій 2.1.2 Система оцінювання в закладі освіти сприяє реалізації компетентнісного підходу до навчання.

Критерій 2.1.3. Здобувачі освіти вважають оцінювання результатів навчання справедливим і об'єктивним.

Вимога/правило 2.2. Застосування внутрішнього моніторингу, що передбачає систематичне відстеження та коригування результатів навчання кожного здобувача освіти.

Критерій 2.2.1. У закладі освіти здійснюється аналіз результатів навчання здобувачів освіти.

Критерій 2.2.2. У закладі освіти впроваджується система формування оцінювання.

Вимога/правило 2.3. Спрямованість системи оцінювання на формування у здобувачів освіти відповідальності за результати свого навчання, здатності до самооцінювання.

Критерій 2.3.1. Заклад освіти сприяє формуванню у здобувачів освіти відповідального ставлення до результатів навчання.

Критерій 2.3.2. Заклад освіти забезпечує самооцінювання та взаємооцінювання здобувачів освіти.

У своїй діяльності учитель може користуватися рекомендаціями, розробленими ДСЯО, науковими і методичними установами, а також ініціювати інші способи оцінювання. У будь-якому випадку опис та інструменти внутрішньої системи забезпечення якості освіти є складником освітньої програми закладу освіти, розробленої на основі типової, або власної, затвердженої в установленому порядку. Ця система є частиною інституційного аудиту, за результатами якого виявляється ефективність діяльності закладу освіти.

Перше з чим стикнуться учителі, розробляючи внутрішню систему оцінювання — це **вміння формулювати очікувані результати навчання**. Незважаючи на те, що очікувані результати уже вказані в навчальних програмах з предметів, їх формулювання є досить узагальненим / рамковим, щоб учителі мали змогу вибудувати власний план уроку / системи уроків / методики навчання (рис. 2), у тому числі розробляти індивідуальну освітню траєкторію учня (про індивідуальну освітню траєкторію див. ст. 14 Закону України «Про повну загальну середню освіту»).

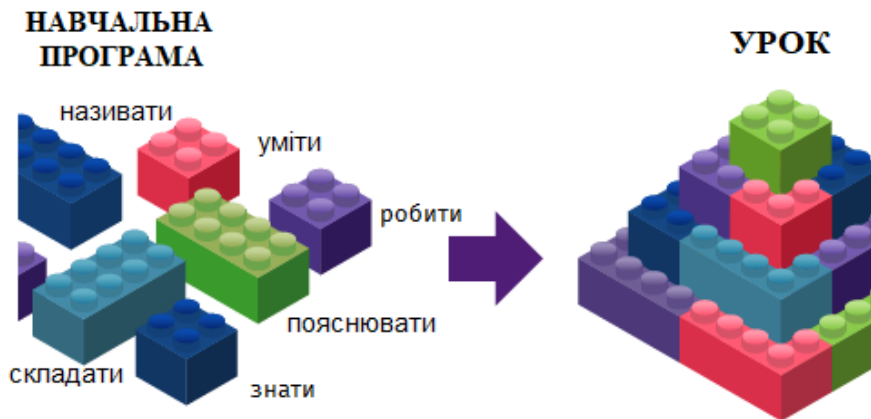


Рис. 2.

Як правило, учителі в своїй практиці розробляючи конспекти уроків, методики навчання зосереджували свою увагу на меті й цілях уро-

ку, описували етапи уроку, аналізували чи вдалося досягти поставленої мети. Описувався більше процес ніж результат навчання. Й досить часто відбувається підзаміна понять, особливо мети, цілей і завдань; цілей і результату, особливо коли мова йде про очікувані результати, хоча, між ними існують певні відмінності, які варто виокремлювати й артикулювати як у документах, так і в процесі навчання.

Спробуємо розібратися в чому полягає різниця між метою, завданням та ціллю. Розглянемо ці поняття як окремі терміни, які можна знайти на сторінках Вікіпедії: «Мета або ціль означає стан в майбутньому, котрий можливо змінити відносно теперішнього та варто, бажано або необхідно досягнути. Тим самим мета є бажаною кінцевою точкою процесу, як правило дії людини».

Та чи дійсно ці поняття є синонімічними? Мета виражає прагнення до конкретного кінцевого стану й допомагає вибудувати деяку послідовність у роботі, здійснити аналіз результату. Вона має такі характеристики:

- конкретність кінцевого результату;
- є безпосереднім наслідком потреби суб'єкта;
- має частку невизначеності.

А ціль? Мета — щось дійсно глобальне, яке потребує дійсно багато часу. Ціль — складова мети, яка має чітко визначені часові рамки. Ціль асоціюється із мішенню. Влучити у мету не можна, її можна лише реалізувати, досягнути, поставити за... Тобто, мета — це щось єдине, чого можеш і прагнеш досягти (тому множини не має), а цілі бувають різними та їх кількість не знає меж.

Що ж таке завдання?

«Завдання — проблемна ситуація з чітко визначеною метою, яку необхідно досягти. Кажучи простими словами, завдання завжди виходить з мети та є засобом її реалізації». Спочатку людина має мрію чи бажання, потім лише від неї залежить: а) лишити це у власній уяві або б) поставити конкретну мету, розбити її на цілі, скласти план дій та невинно крокувати назустріч жаданому результату, незважаючи на всі «проте», «але», «навіщо» і т.д.

Як бачимо навіть в останньому реченні йде підзаміна «крокувати назустріч жаданому результату».

Результат — підсумок, кінцевий наслідок послідовності дій. Результат є етапом діяльності, коли визначено наявність переходу якості в кількість і кількості в якість.

Як ми раніше зазначали очікувані результати вже наявні в навчальних програмах для 5-9 класів закладів загальної середньої освіти. Проте, традиційно спільноти учителів і батьків зосереджують увагу в навчаль-

них програмах на змісті освіти — чого треба навчити учнів. І менше приділяють уваги — для чого це їм потрібно, яких вмінь мають досягнути учні. Натомість у світовій практиці — у першу чергу приділяється увага на вимогах до кінцевих результатів навчання і якостей випускників, а не до способів їх отримання та формування.

Маємо відмітити, що узгодження вітчизняних документів із світовими має відбуватися досить виважено. Зміна форматів без відповідного усвідомлення, роз'яснення й узгодження у більшості випадків сприймається як руйнування усталених традицій й необдумане копіювання чужого досвіду.

Справа в тім, що, учителі, складаючи конспект уроку, як правило спочатку ставлять мету, конкретизують цілі й завдання, аналізують отримані результати (співвідносять із поставленими завданнями). Цілепокладання розглядається як основа проектування освітньої діяльності. Проте, як ми зазначали вище, мета і ціль описує бажаний, але можливо, ще не досягнутий результат. Результат же — це зовнішнє, об'єктивне, предметне і вимірне. Тому відбувається зміна в парадигмі: від цілепокладання до результативності. Відправною точкою стає не ціль, а результат: від очікуваних результатів до реальних (рис.3).

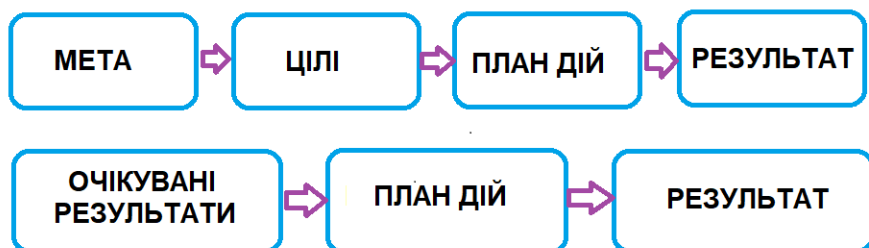


Рис. 3.

У діяльності вчителя результати навчання мають стати надважливим елементом. Вказані в освітній/навчальній програмі загальні й очікувані результати:

- дають змогу учням визначити рівень навчання, спрогнозувати поступ у навчанні;
- забезпечують об'єктивний орієнтир для формувального, поточного та підсумкового оцінювання;
- сприяють узгодженню процесу вивчення різних предметів між собою.

Звичайно, розроблення освітніх/навчальних програм має бути забезпечене фахівцями сфери освітніх вимірювань, методистами, нау-

ковцями. У той же час, закладена на законодавчому рівні автономія розширює це коло педагогічними працівниками закладів освіти, які зможуть розробляти власні освітні програми закладів й навчальні програми з предметів. Але найголовніше те, що учителі мають навчитися чітко формулювати очікувані результати, які можливо отримати за підсумками уроку, певного виду діяльності. Добирати завдання для перевірки результативності діяльності у процесі формульовального, поточного й підсумкового оцінювання.

Результати навчання мають відповідати таким критеріям:

- бути чіткими і однозначними, дозволяючи чітко окреслити зміст вимог;
- бути діагностичними (тобто результати навчання повинні мати об'єктивні ознаки їх досягнення чи недосягнення);
- бути вимірюваними (має існувати спосіб та шкала для вимірювання досягнення результату прямими або непрямыми методами, рівнів досягнення складних результатів); -

бути сформульованими відповідно до правил.

Іншими словами, результати навчання повинні бути не просто «списком побажань» щодо того, що учень повинен бути в змозі робити по завершенні навчальної діяльності. Результати навчання повинні бути ясно і просто описані і допускати ефективне оцінювання.

Перше, на що звертаємо увагу — незважаючи, що їх формулює учитель, результати навчання завжди орієнтовані на учня. Поширеною помилкою є концентрація уваги на учителіві або змісті предмета. Результати навчання є набором тверджень про те, що і як очікується від учня в його здатності продемонструвати після того, як він виконав усі завдання передбачені програмою. Зверніть увагу на вислові — завдання. Тому формулювання результатів має починатися із дієслова. Найбільш влучними є когнітивні дієслова з таксономії Блума. І друге, на що при цьому звертаємо увагу — це так звані «спостережувані» дієслова. Ви не можете побачити або почути, що хтось «знає» або «розуміє» тему, тому ці твердження не описують результативності. Натомість «називати», «описувати», «пояснювати», «конструювати», «креслити», «розв'язувати», «записувати» є дієсловами, які можна «побачити» і «почути».

Зупинимось на цьому більш детально. Як відомо таксономія педагогічних цілей в пізнавальній сфері розроблена Бенджаміном Блумом у 1950-х роках. Блум виділяє три області навчання (освітньої діяльності):

о когнітивна: ментальні навички (знання);

о афективна: чуттєвий розвиток або емоційний домен (емоційні реакції);

о психомоторна: фізичні навички (майстерність).

Подібні складники виокремлюють і в структурі компетентності: знанєвий, діяльнісний, ціннісний. Відповідно до таксономії навчальних цілей Бенджаміна Блума результати навчання потрапляють в одну з трьох областей: знання (когнітивний домен), вміння (когнітивний та психомоторний домен), ставлення (афективний домен).

Формулювання результатів навчання в когнітивній сфері уточнено у 2009 році Лорин Андерсон (у минулому студентка Блума) — «синтез» переназваний на «створення» щоб краще відбити природу мислення. Проте й перший варіант, як інструмент планування, продовжує бути однією з найбільш універсальних моделей (рис.3):

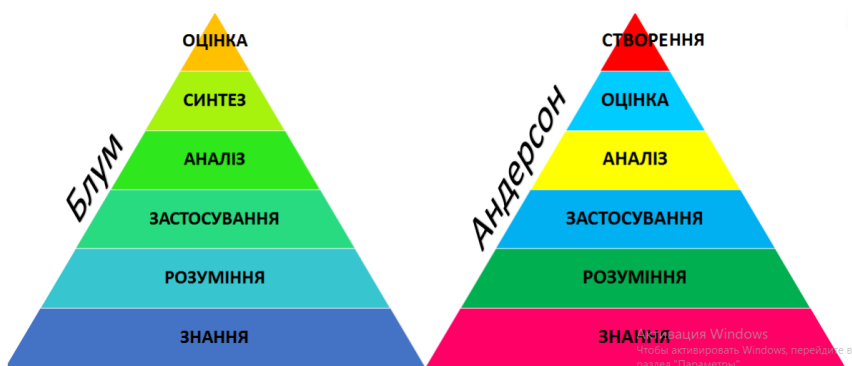


Рис. 3.

1. знання фактів, принципів, процесів у різних предметних галузях;
2. розуміння суті означень основних концептів предметної галузі;
3. застосування здобутих знань у різних пізнавальних ситуаціях;
4. аналіз як здатність структурувати знання, щоб розуміти їхню загальну організаційну структуру;
5. оцінювання як процедура зіставлення різних знань, що веде до оцінних суджень і узагальнень про якість основних концептів певної предметної галузі.
6. створення як здатність створювати нові ідеї, використовуючи те, що було завчасно вивчено.

Згідно з таксономією Блума під час планування занять вчитель повинен пропонувати вправи та завдання, які б вивели учнів на найвищі рівні когнітивних процесів. На кожному етапі вчитель формулює цілі навчання, але не з погляду педагога, як дидактичні цілі (формулювати, удосконалювати, тощо), а з погляду учня, як очікувані результати діяльності (учень умітиме, зможе тощо) (рис. 4).



Рис. 4. Очікувані результати з погляду учня

Щоб показати відмінності для опису цілей і для опису результатів навчання, наводимо список дієслів, як показано в таблиці 1.

Таблиця 1

Приклади дієслів, які використовуються для опису цілей і результатів навчання

Ціль	Результат навчання
знати	усвідомлювати різницю
розуміти	вибрати
визначати	збирати
оцінювати	коригувати
засвоювати	встановити
познайомитися	вирішити,
	застосувати,
	перерахувати

Оскільки оцінювання компетентностей передбачає не лише когнітивний, але й **афективний аспект**, тобто емоційно-ціннісну діяльність, розглянемо категорії цілей в таксономії Б. С. Блума стосовно цього чинника. В афективному аспекті контрольооцінювальної діяльності вчителя класифікація Б. С. Блума ґрунтується на таких групах цілей (рівнях засвоєння):

1. сприймання, яке характеризується усвідомленням, готовністю і бажанням сприймати, вибірковою увагою;

-
2. реагування, яке має різні вияви активності — підпорядкований відгук, добровільний відгук і задоволення від реагування;
 3. засвоєння ціннісної орієнтації на рівні її сприйняття, надання переваги певним цінностям, відданість і переконаність у певному ідеалі;
 4. організація ціннісних орієнтацій, яка передбачає вибір (концептуалізацію) головної цінності та впорядкування особистісної системи цінностей;
 5. поширення ціннісної орієнтації на діяльність у вигляді усталеної індивідуальної поведінки чи узагальненого усвідомлення цінностей.

Для формулювання результатів навчання в афективній сфері використовуються наступні дієслова: діяти, позитивно оцінювати, дотримуватися, запитувати, сприймати, відповідати, допомагати, намагатися, відхиляти, кидати виклик, завершувати, співпрацювати, поєднувати, пристосовувати, захищати, демонструвати, дискутувати, показувати, розмежовувати, обирати, ініціювати, інтегрувати, містити, слідувати, виправдовувати, слухати, організовувати, брати участь, практикувати, поширювати, осуджувати, ставити запитання, відносити до, звітувати, розв'язувати, підтримувати, синтезувати, цінити та інші [12].

У психомоторній сфері в основному наголошується на фізичних навичках, включаючи питання координації мозкової та м'язової діяльностей. Аналіз літературних джерел показує, що результати досліджень у цій області з погляду освіти є значно меншими, ніж здобутки в когнітивній та афективній сферах. Вони є більш важливими в області наук про здоров'я, мистецтві, музиці, фізичній культурі, а також в інженерії. У процесі навчання фізики саме психомоторний домен, як він вбачався Блумом пов'язаний із лабораторним фізичним практикумом та навчальними проектами, продуктом яких є сконструйовані моделі, пристрої, технологічні рішення тощо.

Для формулювання результатів навчання в психомоторній сфері використовуються наступні дієслова [12]:

- копіювати, слідувати, повторити, дотримуватися (для імітації);
- відтворити, побудувати, виконати, впровадити (для характеристики операційних дій);
- демонструвати, завершити, показати, калібрувати, контролювати, вдосконалити (для характеристики рівня точності);
- сконструювати, вирішити, координувати, скомбінувати, інтегрувати, адаптувати, розробити, сформулювати, модифікувати, вдосконалити (для опису систематизованих дій);
- спроектувати, виокремити, управляти, винайти, керувати проектом (для опису натуралізації діяльності).

Щоб сформулювати очікувані результати навчання, потрібно уважно проаналізувати, чого ми очікуємо від учня. У багатьох випадках, найкращим рішенням є використання поетапного поступу. Учні повинні запам'ятати інформацію, перш ніж вони зможуть її зрозуміти, і зрозуміти, перш ніж їм вдасться застосувати або проаналізувати її. Як правило один результат формулюється через одне дієслово. Проте інколи потрібно вказувати умови («виконує за допомогою», «використовуючи стандарти умови» тощо).

3.5. Як встановити рівні/критерії досягнення результатів?

Наступним етапом в організації внутрішньої системи оцінювання має бути **встановлення рівнів** досягнених і очікуваних результатів навчання. Ефективність оцінювання значною мірою залежить від уміння вчителя чітко визначати рівень досягнутих учнем результатів і відстежувати індивідуальний розвиток учнів у процесі навчання. Як відомо, внутрішнє оцінювання навчальних результатів здобувачів освіти здійснюються на суб'єкт-суб'єктних засадах, тому щоб уникнути суб'єктивізму, щоб оцінювання було об'єктивним, вимірювання освітніх результатів має бути кількісним співвіднесенням результатів учня, набутих внаслідок навчання, з еталоном, який прийнято за одиницю вимірювання.

Крім того, необхідно навчити учня розуміти і застосовувати для оцінювання результатів своєї навчальної діяльності ці критерії. Цей досвід є дуже важливим для особистості, яка розвивається, оскільки в кінцевому результаті сприяє появі рефлексивних навичок, поступово формує власну систему самооцінювання.

Як правило, у стандартах освіти й в навчальних програмах прописують достатній рівень. Чинним на сьогодні є також наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 13.04.2011 N 329 (Зареєстрований в Міністерстві юстиції України 11 травня 2011 р. за N 566/19304) «Про затвердження Критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів (вихованців) у системі загальної середньої освіти» [2]. Ці критерії визначають загальні підходи до визначення рівня навчальних досягнень учнів та встановлюють відповідність між вимогами до знань, умінь і навичок учнів та показником оцінки в балах відповідно до рівнів навчальних досягнень. З фізики ці орієнтири подані в таблиці 2 [3].

Критерії оцінювання навчальних результатів з фізики

Рівень	Бали	Характеристика навчальних досягнень учня/учениці
Початковий	1	Учень володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ природи та природних об'єктів, за допомогою вчителя відповідає на запитання, що потребують відповіді «так» чи «ні»
	2	Учень описує природні явища та природні об'єкти на основі свого попереднього досвіду, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді
	3	Учень за допомогою вчителя описує явище або його частини без пояснень відповідних причин, називає фізичні явища, розрізняє позначення окремих фізичних величин. За допомогою вчителя проводить найпростіші розрахунки
Середній	4	Учень за допомогою вчителя описує явища, без пояснень наводить приклади, що ґрунтуються на його власних спостереженнях чи матеріалі підручника, розповідях учителя тощо. Проводить найпростіші розрахунки за зразком
	5	Учень описує явища, відтворює значну частину навчального матеріалу, знає одиниці окремих фізичних величин, записує основні формули, рівняння. Проводить найпростіші розрахунки самостійно. Демонструє вміння вирішувати простіші побутові завдання (механіка, теплота, електрика)
	6	Учень може зі сторонньою допомогою пояснювати явища, виправляти допущені неточності (власні, інших учнів), виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул). Розв'язує задачі на одну дію за зразком. Демонструє вміння вирішувати простіші побутові завдання (механіка, теплота, електрика)
Достатній	7	Учень може пояснювати явища, виправляти допущені неточності, виявляє знання і розуміння основних положень (законів, понять, формул, теорій). Розв'язує задачі на одну-дві дії самостійно. Демонструє вміння вирішувати простіші побутові завдання (механіка, теплота, електрика), демонструє знання про похибки вимірювань
	8	Учень уміє пояснювати явища, аналізувати, узагальнювати знання, систематизувати їх, зі сторонньою допомогою (вчителя, однокласників тощо) робити висновки. розв'язує задачі на дві-три дії самостійно. Демонструє вміння вирішувати простіші побутові завдання (механіка, теплота, електрика), демонструє знання про похибки вимірювань
	9	Учень вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок. Розв'язує задачі на три-чотири дії самостійно

Високий	10	Учень вільно володіє вивченим матеріалом, уміло послугується науковою термінологією, вміє знаходити та опрацювати наукову інформацію (нові факти, описи явищ, ідеї), самостійно використовувати її. Розв'язує задачі на п'ять-шість дій самостійно. Демонструє вміння вирішувати побутові завдання (механіка, теплота, електрика), демонструє знання про похибки вимірювань
	11	Учень на високому рівні опанував програмовий матеріал, самостійно, у межах чинної програми оцінює різноманітні явища, факти, теорії, використовує здобуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях, поглиблює набуті знання. Розв'язує комбіновані задачі, що потребують володіння навчальним матеріалом різних тем з фізики. Демонструє вміння вирішувати побутові завдання (механіка, теплота, електрика), демонструє знання про похибки вимірювань
	12	Учень вільно володіє програмовим матеріалом, виявляє здібності, вміє самостійно поставити мету дослідження (як експериментального, так і теоретичного), вказує шляхи її реалізації, робить аналіз та висновки. Розв'язує комбіновані задачі, що потребують володіння навчальним матеріалом різних тем з фізики. Демонструє вміння вирішувати реальні повсякденні завдання (механіка, теплота, електрика). Демонструє знання про правила безпеки, похибки вимірювань

Щоб встановити осучаснені критерії, що відповідають парадигмі компетентнісного підходу проаналізуємо рівні сформованості природничо-наукової грамотності, що застосовуються у міжнародному порівняльному дослідженні PISA [8].

Рівні сформованості природничо-наукової грамотності

Рівень	Уміння учня/студента
6	На рівні 6 учні/студенти здатні використовувати знання змісту, процедурне й епістемне знання для систематичного надання належних пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у різноманітних життєвих ситуаціях комплексного характеру, які потребують високого рівня когнітивної вимоги. Вони можуть робити відповідні умовиводи з різних джерел комплексних даних і в різних контекстах, а також надавати пояснення багатоступеневим причинним зв'язкам. Вони систематично можуть розрізняти наукові й ненаукові питання, пояснювати мету дослідження та контролювати відповідні дані в наведеному науковому дослідженні або в будь-якому самостійно розробленому експерименті. Вони можуть перетворювати представлення даних, інтерпретувати комплексні дані та виявляють здатність робити належні висновки стосовно надійності й точності будь-яких наукових тверджень. Учні/студенти цього рівня систематично виявляють просунуте наукове мислення й здатність до обґрунтування, що потребує використання моделей та абстрактних понять, зокрема й у нових і складних ситуаціях. Вони можуть розробляти аргументи для критики й оцінювання пояснень, моделей, інтерпретування даних і запропонованих схем проведення експериментів у різних контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру
5	На рівні 5 учні/студенти здатні використовувати знання змісту, процедурне й епістемне знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретації даних у різноманітних життєвих ситуаціях у деяких, але не в усіх випадках, які потребують високого рівня когнітивної вимоги. Вони можуть робити умовиводи з джерел комплексних даних і в різних контекстах, а також надавати пояснення деяким багатоступеневим причинним зв'язкам. Загалом вони можуть розрізнявати наукові й ненаукові питання, пояснювати мету дослідження та контролювати відповідні дані в наведеному науковому дослідженні або в будь-якому самостійно розробленому експерименті. Вони можуть перетворювати деякі представлення даних, інтерпретувати комплексні дані та виявляють здатність робити належні висновки стосовно надійності й точності будь-яких наукових тверджень. Учні/студенти рівня 5 надають докази просунутого наукового мислення й сформованої здатності до обґрунтування, що потребує використання моделей та абстрактних понять, і використовують таке обґрунтування в нових і складних ситуаціях. Вони можуть розробляти аргументи для критики й оцінювання пояснень, моделей, інтерпретування даних і запропонованих схем проведення експериментів у деяких, але не в усіх контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру

4	На рівні 4 учні/студенти здатні використовувати знання змісту, процедурне й епістемне знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у різноманітних наданих життєвих ситуаціях, які переважно потребують середнього рівня когнітивної вимоги. Вони можуть робити умовиводи з різних джерел даних і в різних контекстах, а також пояснювати причинові зв'язки. Вони можуть розрізняти наукові й ненаукові питання та контролювати дані в деяких, але не в усіх наукових дослідженнях або в самостійно розробленому експерименті. Вони можуть перетворювати й інтерпретувати дані та виявляють певне розуміння щодо безсумнівності будь-яких наукових тверджень. Учні/студенти рівня 4 надають докази зв'язного наукового мислення й обґрунтування та можуть застосовувати їх у нових ситуаціях. Учні/студенти також можуть знаходити прості аргументи для того, щоб ставити запитання та критично аналізувати пояснення, моделі, інтерпретації даних і запропоновані схеми проведення експериментів у деяких контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру
3	На рівні 3 учні/студенти здатні використовувати знання змісту, процедурне й епістемне знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у деяких наданих життєвих ситуаціях, які переважно потребують середнього рівня когнітивної вимоги. Вони можуть робити невелику кількість умовиводів із різних джерел даних і в різних контекстах, а також описувати й частково пояснювати прості причинові зв'язки. Вони можуть розрізняти деякі наукові й ненаукові питання та контролювати деякі дані в наукових дослідженнях або в самостійно розробленому експерименті. Вони можуть перетворювати й інтерпретувати прості дані та здатні надавати коментарі стосовно безсумнівності будь-яких наукових тверджень. Учні/студенти рівня 3 надають деякі докази зв'язного наукового мислення й обґрунтування, які зазвичай застосовують у знайомих ситуаціях. Учні/студенти можуть розробляти часткові аргументи для того, щоб ставити запитання та критично аналізувати пояснення, моделі, інтерпретації даних і запропоновані схеми проведення експериментів у деяких контекстах особистісного, локального/ національного й глобального характеру

2	На рівні 2 учні/студенти здатні використовувати знання змісту, процедурне й епістемне знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у деяких наданих життєвих ситуаціях, відомих їм, які переважно потребують низького рівня когнітивної вимоги. Вони можуть робити деяку кількість умовиводів із різних джерел даних і в невеликій кількості контекстів, а також описувати й частково пояснювати прості причинові зв'язки. Вони можуть розрізняти деякі прості наукові й ненаукові питання та відрізняти залежні дані від незалежних у наданих наукових дослідженнях або в самостійно розробленому експерименті. Вони можуть перетворювати й описувати прості дані, виявляти прості помилки та надавати деякі вагомні коментарі стосовно надійності наукових тверджень. Учні/студенти можуть знаходити часткові аргументи для того, щоб ставити запитання та коментувати суть конкурентних пояснень, інтерпретацій даних і запропонованих схем проведення експериментів у деяких контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру
1a	На рівні 1a учні/студенти здатні використовувати малу кількість знання змісту, процедурного й епістемного знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у невеликій кількості відомих життєвих ситуацій, які потребують низького рівня когнітивної вимоги. Вони можуть використовувати невелику кількість простих джерел даних у невеликій кількості контекстів, а також описувати деякі дуже прості причинові зв'язки. Вони можуть розрізнявати деякі прості наукові й ненаукові питання та виявляти обмежену кількість незалежних даних у запропонованих наукових дослідженнях або в простому самостійно розробленому експерименті. Вони можуть частково перетворювати й описувати прості дані та безпосередньо застосовувати їх у невеликій кількості відомих ситуацій. Учні/студенти можуть коментувати суть конкурентних пояснень, інтерпретацій даних і запропонованих схем проведення експериментів у деяких дуже знайомих контекстах особистісного, локального/національного й глобального характеру
1b	На рівні 1b учні/студенти демонструють невеликі докази використання знань змісту, процедурного й епістемного знання для надання пояснень, оцінювання та розроблення наукових досліджень й інтерпретування даних у невеликій кількості відомих життєвих ситуацій, які потребують низького рівня когнітивної вимоги. Вони можуть виявляти прості закономірності в простих джерелах даних у невеликій кількості контекстів, а також здатні робити спроби описувати прості причинові зв'язки. Вони можуть виявляти обмежену кількість незалежних даних у наданих наукових дослідженнях або в простих самостійно розроблених схемах. Вони роблять спроби перетворювати й описувати прості дані та безпосередньо застосовувати їх у невеликій кількості відомих ситуацій

Враховуючи критерії оцінювання навчальних досягнень учнів та прийняту в міжнародних дослідженнях технологію оцінювання природничо-наукової грамотності, пропонуємо виокремити **такі вимоги до рівнів сформованості компетентнісних результатів навчання з фізики:**

високий — учень/учениця уміє визначати, пояснювати і застосовувати знання з фізики в різних життєвих ситуаціях; пов'язує інформацію та пояснення з різних джерел і використовує їх для обґрунтування прийняття рішення; демонструє високий рівень сформованості інтелектуальних умінь (доводить та обґрунтовує), а також демонструє готовність застосовувати свої знання в незнайомих ситуаціях; порівнює, відбирає й оцінює відповідні наукові обґрунтування; встановлює зв'язок між окремими знаннями й критично оцінює ситуацію; виявляє дослідницькі уміння;

достатній — учень/учениця уміє ефективно аналізувати проблеми; добирає факти і знання із різних розділів фізики і суміжних наук, що є необхідними для пояснення явища; застосовує прості моделі та дослідницькі стратегії; оцінює свої дії і рішення; формулює короткі виступи;

середній — учень/учениця уміє надавати можливі пояснення в знайомих ситуаціях; робить висновки на основі простих досліджень; встановлює прямі зв'язки і буквально інтерпретувати результати;

початковий — учень/учениця виявляє обмежені знання, які застосовуються в знайомих ситуаціях; пояснює очевидні явища.

Таким, чином користуючись загальними підходами встановлення критеріїв оцінювання, учитель може їх адаптувати до різних видів діяльності. Відтак оцінюванню може підлягати:

1. рівень володіння теоретичними знаннями, що їх можна виявити під час усного чи письмового опитування, тестування тощо;
2. рівень умінь використовувати теоретичні знання під час розв'язування задач різного типу (розрахункових, експериментальних, якісних та ін.);
3. рівень володіння узагальненими експериментальними уміннями та навичками, що їх можна виявити під час виконання лабораторних робіт і фізичного практикуму;
4. зміст і якість творчих робіт учнів (навчальних проєктів, творчих експериментальних робіт, виготовлення приладів, комп'ютерне моделювання фізичних процесів тощо).

Головне, щоб перед початком кожного виду діяльності учень був ознайомлений з критеріями оцінювання. Міг обирати рівень роботи. За можливості критерії виконання роботи можуть бути розроблені спільно вчителем й учнями.

Для подальшого розроблення процедури педагогічного оцінювання з'ясуємо його види.

3.6. Що таке формувальне оцінювання?

У внутрішній системі оцінювання розрізняють такі види оцінювання, як поточне і підсумкове. До підсумкового оцінювання належить тематичне, семестрове й річне. У той же час підсумкове оцінювання може бути й складником системи зовнішнього оцінювання, як от ДПА у формі ЗНО.

Традиційно **тематичне** оцінювання розглядається як кількісний результат вивчення теми (розділу). Як правило тематичне оцінювання є середнім балом, виведеним із поточних оцінок та оцінок за практичні і контрольні роботи (усні заліки, письмові роботи), навчальні проекти, кількість і необхідність яких визначає вчитель.

В умовах реформування освіти контрольньо-оцінна діяльність трансформується. Одним із таких підходів є застосування **формувального оцінювання**, яке має функції **оцінювання для навчання й оцінювання як навчання**.

То ж детальніше зупинимось на формувальному оцінюванні.

Цей спосіб спрямований на визначення індивідуальних досягнень кожного учня та не передбачає порівнювання результатів, продемонстрованих іншими учнями, та висновків адміністрації за результатами навчання школярів.

Формувальне оцінювання це [1]:

- процес пошуку та інтерпретації даних, які учні та вчителі використовують для того, щоб з'ясувати, як далеко учні просунулись у вивченні предмета, куди їм треба рухатись і як це зробити найкращим чином;
- усвідомлення самим учнем дистанції між тим, чого він хоче досягти, і тим, де він знаходиться в даний момент; планування того, що учень повинен зробити, щоб цю дистанцію скоротити;
- відбувається під час навчання і є його частиною; формувальне оцінювання можна розглядати як оцінювання для навчання;
- використовується для того, щоб з'ясувати, чи досягнута мета навчання.

Завдяки такому оцінюванню учні можуть в різні способи продемонструвати свої уміння, навички, досягнення та успіхи, побачити своє зростання та вдосконалення, а не лише показати знання окремих фактів шкільного курсу. Завдяки формувальному оцінюванню вчитель може більше дізнатися про навчальні потреби своїх учнів, що допоможе коригувати процес викладання з метою покращення досягнень дітей.

Базовими принципами формувального оцінювання є:

1. Центрованість на учневі. В центрі уваги — учень. Головна мета — як покращувати і розвивати навчання.
2. Педагогіка партнерства. Ґрунтується на поінформованості учнів й батьків, їх взаємодії спільно з вчителем у прийнятті рішень щодо отриманих результатів оцінювання. Співучасть учня в оцінюванні розвиває навички самооцінювання.
4. Оцінюється результат і процес навчання. Мета формувального оцінювання — покращити якість навчання, воно не пов'язане з певною бальною шкалою та може бути анонімним.
5. Визначається контекстом. Форми і критерії оцінювання залежать від конкретної ситуації.
6. Неперервність. Використовуючи набір простих технік, вчитель організує зворотний зв'язок: листи самооцінювання, ментальні карти, оцінювання за результатом та ін.

Формувальне оцінювання може бути вхідним (попереднім) і здійснюється з метою виявлення поточного стану обізнаності учнів, а також з метою спонукання учнів до навчання і співпраці. Найважливішим є поточне оцінювання, метою якого є відслідковування прогресу в навчанні учнів. Підсумкове оцінювання розглядають і як самостійний вид оцінювання і як складник формувального, який дозволяє вивити рівень здобутих учнями знань та отриманих навичок, що були заплановані на кінець теми/розділу/курсу.

Для кожного із зазначених видів формувального оцінювання можна використовувати різні інструменти /техніки.

Розглянемо техніки формувального оцінювання, які пропонуємо використовувати на уроках фізики.

1. Мініюгляд. В кінці уроку учні на окремих листках відповідають на питання:
 - Що на уроці було найважливішим?
 - Який етап уроку був найбільш зрозумілим?
 - Що взагалі залишилось незрозумілим?
 - Які поняття хотілось би зрозуміти краще?
2. Спрямована розшифровка. Учні своїми словами дають розшифровку тих понять, які були опрацьовані на уроці.
3. Резюме в одному реченні. Учні одним реченням дають характеристику основних понять, розібраних на уроці.
4. Карти додатків. Учні наводять приклади з життя на застосування вивченого матеріалу, таким чином відбувається перенос знань з теорії на практику.
5. Тижневі звіти. Забезпечує швидкий зворотний зв'язок: вчитель — учень.

-
- Чого я навчився цього тижня?
 - Які питання залишились для мене незрозумілими?
 - Які питання я задав би учням, якби був вчителем, щоб перевірити, чи зрозуміли вони матеріал?
6. Шкала. На полях зошита учень креслить шкалу і відзначає хрестиком на якому рівні, на його думку, виконана робота. Внизу — не впорався, посередині — впорався, але виникли проблеми, вгорі — все вийшло. Під час перевірки вчитель обводить хрестик, якщо згоден з оцінкою учня, або малює свій, якщо не згоден.
 7. Рефлексивний екран. Було цікаво...Було важко...Тепер я можу...Я навчився...Я зміг...Я спробую...Мене здивувало...Урок дав мені для життя...
 8. Оцінка за рівнями. 1 — не зможу повторити; 2 — потрібна допомога; 3 — вмію; 4 — можу навчити.
 9. Листи самооцінки. Наприклад, після вивчення теми учням можна запропонувати оцінити свої знання та вміння за допомогою тверджень, представлених в таблиці.

1	Я знаю, що таке...	так	ні
---	--------------------	-----	----

Як бачимо, сутність формувального підходу пов'язана із систематичним відстеженням індивідуального просування школярів у процесі навчання для своєчасної корекції; з активним залученням учнів до процесу оцінювання власної діяльності. Її також можна укласти в алгоритм: формуємо оцінюючи — оцінюємо формуючи. Такий контроль спрямований на визначення ефективних шляхів прогресування конкретного учня у навчанні, мотивування його на здобуття максимально можливих результатів. Учитель перебуває не над учнем у цьому процесі, а поруч — допомагає перейти на вищу сходинку досягнень. Під час перевірки, наприклад, письмових робіт з'ясовується не те, скількох помилок припустився учень і на скільки меншим буде його бал від максимального, натомість, якого рівня він зміг досягти, на скільки вищим чи нижчим є нинішній результат порівняно з попереднім його ж результатом, а не з досягненнями інших дітей у класі, а також чи відповідає він очікуванням школяра. Це справді складна педагогічна задача, і для її розв'язання передусім необхідно змінити розуміння учасниками освітнього процесу функцій контрольно-оцінювальної діяльності [13].

За формувального підходу більшого значення набувають *діагностувальна, прогностична, мотиваційна, розвивальна, навчальна, коригувальна і виховна функції оцінювання-навчання*. Так, *діагнос-*

тика результатів опанування матеріалом на певному етапі навчання дає змогу виявити проблеми у засвоєнні учнем змісту та за наявності таких вчасно запобігти їхньому нашаруванню під час розгляду нового матеріалу. *Прогностичність* контролю забезпечить можливість з'ясувати індивідуальні можливості учня в опануванні змістом на підставі попереднього навчання, дібрати відповідний для нього темп засвоєння матеріалу й рівень його складності, передбачити адекватні методи і форми пізнавальної та практичної діяльності, дібрати необхідне дидактичне забезпечення. *Мотиваційний* компонент діяльності позначатиметься на активізації вже здобутого навчального досвіду учня, стимулюванні прагнення використовувати й розвивати його до бажаного рівня, на усвідомленні школярем необхідності систематичного контролю процесу засвоєння нового матеріалу, на інтересі до пізнання нового. *Розвивальна* функція забезпечує усвідомлення кожним учнем особливостей розвитку його учіння, удосконалення загальнонавчальних умінь школяра, пов'язаних із самоконтролювальною діяльністю на основі здатності аналізувати, узагальнювати й оцінювати результати опанування змістом. *Навчальна* функція передбачає таку організацію виконання учнем навчальних завдань різного рівня складності, за якої дитині надається можливість самостійно відшукувати помилки або неточності, пояснювати їхню природу, виправляти їх. Саме таким чином підвищується якість засвоєння навчального матеріалу, з'ясовуються резерви для удосконалення. *Коригувальний* компонент контролю й оцінювання дає змогу на основі аналізу ходу формування знань та вмінь учня, динаміки його навчальних досягнень своєчасно реагувати на недоліки процесу, виявляти причини недостатнього розуміння навчального матеріалу, управляти його засвоєнням, вчасно запобігати неуспішності. *Виховний* аспект виявляється у формуванні ціннісних якостей особистості, пов'язаних із становленням самосвідомості, бажанням учитися й наполегливо працювати над собою, відсутністю побоювання помилитися, самоутвердженням і переконанням у власних можливостях і здібностях [13].

Оскільки при формувальному оцінюванні доцільно акцентувати увагу лише на позитивній динаміці досягнень учнів, враховувати, що оцінюється не учень, а його робота, вчитель може заповнювати індивідуальну картку навчального поступу учня, щоб зафіксувати прогрес.

Індивідуальна картка навчального поступу учня

Ім'я учня _____ ++ має значні успіхи; + демонструє помітний прогрес V досягає результату з допомогою вчителя; ! потребує значної уваги і допомоги				
Ціль / уміння	дата	дата	дата	дата
Відповідає на питання «так/ні»	+	+	++	++
Відповідає на спеціальні питання	!	V	V	+
Взаємодіє з іншими				

Також учитель може робити оцінювальний аркуш для класу чи групи, щоб визначити рівень засвоєння матеріалу відповідно до навчальної програми.

Оцінювальний аркуш для групи. Зразок

Оцінювальний аркуш для групи (класу)

(визначення рівня засвоєння матеріалу відповідно до навчальної програми)

Розділ						
№з/п	Прізвище ім'я учня					
1.						
2.						
3.						

Одним з найкращих прийомів формуального оцінювання є використання таблиці ЗХД (знаю — хочу знати — дізнався (-лася), яку учні заповнюють на початку вивчення теми (уроку) та по завершенню.

Таблиця ЗХД до теми. Зразок

На початку вивчення теми учні заповнюють перші два стовпці таблиці, після завершення — третій. Потім порівнюють зміст стовпців таблиці (можна використовувати як в роздрукованому вигляді, так і в електронному)

Що я знаю	Що я хочу дізнатися	Що я дізнався/дізналася

Свою командну роботу, зокрема, вміння співпрацювати з іншими, учні можуть оцінити самостійно, використовуючи запропоновану вчителем форму оцінювання.

Форма оцінювання командної роботи. Зразок

Учні використовують цю форму, щоб оцінити свої вміння співпрацювати з іншими

	4	3	2	1
Управління власним навчанням	Я беру вдумливу, активну роль у моєму власному навчанні. Я щоденно роблю виклик собі, тому я можу зробити все можливе для успіху групи. Я постійно демонструю щире бажання вчитися і ділитися своїми ідеями з моїми однокласниками.	Я зазвичай беру активну роль у моєму власному навчанні, тому я можу зробити все можливе для успіху групи. Я часто ділюся своїми ідеями і ставлю запитання однокласникам.	Я іноді беру активну роль у моєму власному навчанні. Я іноді ділюся своїми ідеями і ставлю запитання однокласникам.	Я рідко активну роль у моєму власному навчанні. Я часто не беру участь у спільному обговоренні і діяльності. Я рідко ділюся моїми ідеями і ставлю запитання однокласникам.

Виконання завдань	Я завжди вдумливо виконую повністю мої завдання, і я готовий внести свій вклад в роботу групи. Моя робота показує, що в мене є велике прагнення до навчання.	Я виконую мої завдання, і я готовий внести свій вклад в роботу групи.	Я, напевне, потребую нагадування, щоб виконувати завдання, щоб група не чекала мене і я маю збільшити мій вклад у роботу групи.	Я не завершую мої завдання, і я не завжди готовий внести свій вклад в роботу групи. мені постійно потрібно нагадувати про виконання завдання.
Участь в обговореннях	Я ініціюю обговорення, ставлю важливі питання, і виступаю в якості лідера в групі.	Я регулярно беру участь в обговореннях, висловлюю свої ідеї, ставлю важливі запитання і аргументую свою точку зору.	Я іноді беру участь в обговореннях, але рідко висловлюю свої ідеї, ставлю важливі запитання і аргументую свою точку зору.	Я не беру участь в обговореннях.
Активне спілкування	Я відстоюю аргументами мої думки та ідеї. Я також уважно слухаю інших.	Я ділюся своїми думками і ідеями. Я слухаю моїх однолітків з повагою.	Я рідко ділюся своїми думками і ідеями. Я вислуховую моїх однолітків.	Я не ділюся своїми думками і ідеями. Я рідко вислуховую моїх однолітків, або не толерантно ставлюся до ідей інших учасників.

Ще раз підсумовуємо алгоритм формувального оцінювання.

1. На основі вимог навчальної програми чітко визначати очікувані результати не просто на завершенні розділу чи теми, а для кожного уроку в системі.
2. Залучати учнів до осмислення мети майбутньої діяльності, її результату із деталізацією кожного кроку чи етапу у його досягненні. Перед вивченням теми учень має зрозуміти, які конкретні знання чи вміння йому доведеться опанувати.
3. Допомогати учневі постійно відстежувати свої результати, використовуючи механізми зворотного зв'язку. Здобуття інформації про реальний стан навчальних досягнень за допомогою постійного зворотного зв'язку постає ключовим чинником у контрольно-оцінювальній діяльності фор-

мувального характеру. Учень систематично дає зрозуміти вчителю, як він сприймає навчальний матеріал, чи все зрозуміло, які труднощі відчуває, якої допомоги потребує. Для цього використовуються різноманітні методичні прийоми контролю й самоконтролю.

3.7. Як розробляти завдання для оцінювання на засадах компетентнісного підходу?

Серед основних умов, які визначають ефективність методики навчання фізики в гімназії особливе місце посідає оцінювання застосовних методів і прийомів навчання й оцінювання, бо вони безпосередньо формують і визначають характер взаємин педагогів і учнів у досягненні очікуваних результатів. Кожен метод завжди можна охарактеризувати за джерелом засвоюваної інформації (словесним, наочним чи практичним), за рухом думки від незнання до знання (індуктивним, дедуктивним чи традиктивним), за логікою сприймання та засвоєння навчального матеріалу (*інформаційно-репродуктивні, індуктивно-дедукційні, прагматичні, дослідницькі, проблемні*), за функцією навчальної діяльності (методи стимулювання, засвоєння, формування умінь, систематизації, узагальнення, контролю й оцінювання).

Слову — як вербальному засобу навчання відводиться важлива функція на уроці. Діалог — є психологічним чинником взаємодії учителя і учнів. Без діалогу — обміну мовними (вербальними) та невербальними репліками, питаннями-відповідями, жестами, паузами-мовчанками — неможливо уявити не тільки процес передачі інформації, налагодження та координації взаємодії між людьми, обміну оцінками, точками зору, думками, розуміння людьми один одного, спільне переживання, але й взагалі розвиток свідомості. Володіння технікою створення діалогічного простору, **уміння формулювати запитання** шляхом цілеспрямованої стимуляції роботи пам'яті, мислення, уяви, мовлення, інтелекту є одним з основних умінь учителя. Питання вчителя — це спроба оцінити результативність свого повідомлення та визначити, які складові механізму передачі інформації не виконали свою функцію: чи сам вчитель, чи зміст інформації, чи канали передачі, чи особливості приймача (учня). Саме за допомогою питань вчитель спрямовує діяльність учнів, корегує їхню поведінку в класі, стимулює активність, уточнює розуміння своїх інструкцій, налагоджує зворотній зв'язок, створює навчальні ситуації.

Як відомо, питання можна поділити на типи: питання — стимулятори пам'яті, питання — стимулятори мислення, евристичні питання.

Питання, які спрямовані на стимулювання роботи пам'яті, формулюються таким чином, щоб отримати: відповідь-дефініцію (визначення),

наприклад, „Що таке електричний струм?», відповідь-найменування: „Яка фізична величина характеризує електромагнітну взаємодію?», відповідь-ідентифікацію (ототожнення, реконструкція, прирівняння чи уподібнення): „Які фізичні величини, що характеризує механічні хвилі також характеризують електромагнітні хвилі?», відповідь фактичного пригадування: „Хто відкрив закон взаємодії двох точкових заряджених тіл?», відповідь змістовного пригадування: „Що встановлює закон Ома?». Також до питань „на пам'ять» відносяться питання, спрямовані на отримання відповіді „так» або „ні»: „Чи є сила Ампера векторною величиною?».

Питання стимулятори мислення поділяються на: питання спрямовані на отримання відповіді, яка є результатом мислення на основі наявних знань та питання які провокують творче мислення. Питання першої групи — це питання на пояснення явищ, фактів, подій, чинників; питання на встановлення взаємозв'язків декількох явищ, подій, фактів; питання на встановлення рис схожості декількох явищ, подій фактів; питання на встановлення відмінності між декількома явищами, подіями. До питань другої групи відносяться питання, які стимулюють розкриття нових сторін об'єкту, події, явища; питання, до відповіді на які приходять шляхом судження, тобто стверджуються чи заперечуються наявність у об'єкта тих чи інших ознак, відношень, зв'язків, властивостей; питання, які стимулюють гіпотетичні відповіді, припущення; питання, які стимулюють передбачення, нове „бачення» ситуації.

Евристичні питання — це, так званні, навідні питання, для відповіді на які потрібно задіяти весь свій досвід, знання, всі рівні та види мислення, пам'яті, мови, інтелекту. Це питання, які спрямовані на висловлення учнями своєї думки. Наприклад, „Які, на вашу думку, потрібні умови для проходження постійного струму?»

Якщо уважно ще раз подивитися на цю класифікацію запитань, то можемо побачити, що вона також у певній мірі відображає таксономію Б.Блума.

На основі таксономії Б. Блума можна запропонувати загальні підходи як до формулювання системи запитань за допомогою спеціальних питальних слів, так і формулювання спеціальних пізнавальних завдань різного рівня з використанням відповідних дієслів (таблиця 3).

Формулювання запитань на основі таксономії Б.Блума

Рівні навчальних результатів	Ключові дієслова	Формулювання запитань на основі таксономії Б.Блума
Знання	Назвіть, розкажіть, повторіть, відтворіть, складіть список, відшукайте, покажіть, перерахуйте, запам'ятайте, посилайтесь на...	Що таке...?, Де...?, Коли...? Що саме...? Скільки...? Які приклади відомі....?
Розуміння	Поясніть, опишіть, підсумуйте, наведіть приклади, схарактеризуйте, розпізнайте, розташуйте, оберіть, перекажіть своїми словами, підкресліть	Як передати іншими словами...? Як ви розумієте...? Як пояснити...?
Застосування	Визначте, застосуйте, використайте, розв'яжіть, передбачте, запитайте, продемонструйте, поясніть, обчисліть, дослідіть, проведіть експеримент, проілюструйте, модифікуйте, використайте на практиці	За яких умов...? У яких ще процесах...? Де застосовується...? Як можна визначити....? Що може заважати....?
Аналіз	Визначте ознаки, опишіть ціле та його складники, встановіть зв'язок, проаналізуйте причину й наслідок, порівняйте, класифікуйте, змодельуйте, розділіть на етапи / складники, розгляньте	Які основні елементи...? З чого складається...? До якої групи належить...? Які причини...? Як влаштовано....? Які функції...? У чому схожість (відмінність)....?

Синтез	Сконструуйте, побудуйте, сформулюйте, узагальніть, адаптуйте, вирішіть проблему, розв'яжіть задачу, придумайте, генеруйте ідею,	Про що говорить наявність таких елементів як...? Як пов'язані...? У чому зв'язок між...? Що спільного між...? Який висновок можна зробити з...? Чому ви думаєте, що...? Чому Ви вважаєте? Що буде, якщо? Що необхідно, щоб...?
Оцінювання	Прокоментуйте, висловіть думку, проявіть ставлення, оцініть, аргументуйте, обґрунтуйте, наведіть докази, спростуйте, продискутуйте	Які переваги (недоліки)...? Чи вірно (помилково)...? Чи ефективно...? Чи згодні Ви, що..., чому? Чи вірно, що..., чому? Які підтвердження того, що....?

Знання цих ознак є важливим критерієм при розробці відповідних засобів контролю й оцінювання, так і методів і прийомів навчання, як взаємопов'язаних складників процесу навчання.

На першому рівні — рівні відтворення знань — учень запам'ятовує і може відтворити факти, імена, назви, основні поняття й терміни, величини, правила і принципи, методи і процедури. Характерна ознака діяльності учнів на цьому рівні — пригадування відповідних відомостей про той чи інший елемент змісту навчання. І якщо цілком механічне засвоєння фактів або опис явищ, то провідним психологічним механізмом є асоціація, а основними видами діяльності — сприйняття, осмислення, запам'ятовування і відтворення.

На другому рівні — рівні розуміння — учень розуміє сутність засвоєних знань, може інтерпретувати їх за допомогою словесного опису, схем, графіків, діаграм, трансформує словесний матеріал у математичні вирази, формули, на основі наявних відомостей описує можливі наслідки перебігу подій, явищ, процесів. Головним показником розуміння учнем навчального матеріалу є здатність перетворювати його з однієї форми відображення в іншу, пояснювати і стисло висловлювати міркування щодо перебігу явищ, подій, обґрунтовуючи це сформованою системою знань і ціннісних ставлень. Такі освітні результати перевищують звичайне запам'ятовування навчального матеріалу, характерне попередньому рівню.

На рівні застосування учень виявляє вміння застосовувати знання в конкретних ситуаціях. Він застосовує набуті знання в стандартних (вже відомих йому) і нових, нестандартних практичних ситуаціях, демонструючи правильне розуміння й застосування методу чи принципу, правила, закону чи теорії. Відповідні результати навчання передбачають більш високий рівень володіння матеріалом, ніж розуміння.

На рівні аналізу учень демонструє вміння розкласти засвоєний навчальний зміст на складники цілісного утворення, представляючи їх елементами певної структури. Тут стає важливим з'ясування взаємозв'язків між ними, усвідомлення принципів організації цілого. Учень виокремлює неявні припущення, бачить помилкові судження в логіці міркувань, розмежовує причини і наслідки, оцінює значущість фактів. Навчальні результати на цьому рівні характеризуються більш високим інтелектуальним розвитком, ніж розуміння і застосування.

На рівні синтезу учень виявляє вміння компонувати елементи таким чином, щоб одержати цілісне нове утворення. Таким новим продуктом може бути повідомлення (доповідь), план дій, знайдений алгоритм розв'язування задач. Учень в такому разі готує творчу роботу, пропонує план проведення експерименту, виконує навчальний проєкт, в якому використовує знання з різних предметних галузей тощо. Відповідні навчальні результати передбачають діяльність творчого характеру, спрямовану на створення нових структур.

На рівні оцінювання учень висловлює своє ставлення до того чи іншого твердження, події чи експериментального факту у формі усного чи письмового судження. Воно має ґрунтуватися на чітких критеріях — внутрішніх, сформованих у його свідомості внаслідок навчання, або зовнішніх, сформульованих, наприклад, вчителем. Цей рівень, передбачає сформованість в учнів оцінювальних умінь, що ґрунтуються на внутрішніх чи зовнішніх критеріях.

Якщо ціллю є формування компетентності, то основними психологічними механізмами навчання є механізми творчої діяльності (передбачення, прогнозування, висунення і перевірка гіпотез, перебір альтернатив, мисленеве моделювання, інтуїтивне обґрунтування та ін.). Засобами такого навчання є висунення і аналіз проблем, аналіз нестандартних завдань і ситуацій, творча дискусія і тому подібне.

Вам можливо вже неодноразово доводилось чути/використовувати/розробляти **компетентнісно-орієнтовані завдання** (КОЗ). Якщо брати за основу принципи побудови завдань, що застосовуються у Міжнародному дослідженні якості освіти PISA, то такі завдання складаються з таких елементів ([14]):

- Мотиваційний вступ (явний чи прихований);
- Розгорнута основа з інформацією, наведеною у різних формах;
- Декілька завдань на вміння опрацювати наведену інформацію (в т. ч. завдання на перетворення інформації з однієї форми на іншу: побудова графіку, читання табличних даних тощо);
- Завдання на тлумачення інформації та оцінку джерел (критичне мислення), виявлення ставлень.

За формою ці завдання є тестовими. Варто зазначити, що в тестуванні PISA використовується мінімум типів — якщо розглянути типологію тестових завдань, розроблену в Університеті штату Орегон, США (таблиця 5), побачимо, що це лише мала частка від великої кількості типів [14].

Таблиця 5

Типологія тестових завдань (у тому числі й комп'ютерних)

Множинний вибір	Вибір/визначення	Сортування / упорядкування	Підстановка / виправлення	Заповнення	Формування	Подання
Так/ні	Множинність так/ні	Встановлення відповідності	Заповнення пропусків	Прості числові конструкції	Відкритий множинний вибір	Проект
Вибір варіантів	Так /ні з поясненням	Класифікація	Позначення на малюнку	Коротка вільна відповідь	Побудова фігур і діаграм	Демонстрація / експеримент
Вибір значення зі списку	Множинний вибір	Упорядкування	Обмежене малювання фігур	Закриті процедури	Концептуальна карта	Дискусія / інтерв'ю
Вибір за допомогою медіа-елементів	Ускладнений множинний вибір	Упорядкування доказу	Виправлення помилок	Заповнення таблиці	Есе	Діагностика (оцінювання) навчання інших

Традиційно тестові завдання поділяють на закриті та відкриті. У закритих завданнях є одна чітко визначена і сформульована правильна відповідь, в той час як на відкриті завдання можна навести декілька відповідей у різних формулюваннях чи навіть багато правильних відповідей. Варто пам'ятати,

що не обов'язково закриті запитання — погані, а відкриті — хороші. Відкрите завдання цілком може бути репродуктивним, а закрите — вимагати складних розумових дій і сформованості навичок [14].

У разі, коли вчитель добирає завдання до підсумкової роботи (усної або письмової), як правило, вони мають бути трьох рівнів. Перший рівень пов'язаний з безпосереднім відтворенням по пам'яті змісту вивченого матеріалу і його розпізнання. Другий рівень передбачає розуміння і застосування знань у знайомій ситуації за зразком, а також виконання дій з чітко означеними правилами. Третій рівень включає використання знань в змінній або незнайомій ситуації. У цьому випадку рекомендуємо учителям скористатися такими вказівками щодо формулювання завдань за цими рівнями (таблиця 6).

Таблиця 6

Трирівнева модель підсумкової роботи

Рівень	Формулювання запитань
Відтворення знань	Давати визначення; називати; формулювати; описувати; встановлювати відповідність (між терміном і визначенням); показувати (знаходити); розпізнавати (знаходити); переказувати; перераховувати (особливості); обирати тощо
Розуміння й застосування знань в знайомих ситуаціях	Пояснювати; співвідносити; характеризувати (давати характеристики); порівнювати; встановлювати (відмінність, залежність, причини); виділяти істотні ознаки; розраховувати (визначати за формулами або відповідно до алгоритму); вирішувати; складати щось по готовій схемі; виконувати відповідно до правил; демонструвати; вимірювати; продовжувати/закінчувати (пропозиція); вставляти пропущені слова тощо
Застосування знань у змінній чи незнайомій ситуації	Складати усну або письмову відповідь на проблемні питання; проводити дослідження; формулювати гіпотезу (висновки); обґрунтовувати свою точку зору або точку зору автора; передбачати наслідки; відрізняти факти від думок (суджень), факти від гіпотез, висновки від положень; аналізувати інформацію; знаходити, помилку; висловлювати свою думку, судження про відповідність висновків і фактів; давати відгук або рецензію; висловлювати судження про значення (ролі) ідей, про точність (вимірювань); висловлювати судження про якість (точність, ефективність, економічність) виконаної роботи, про обраний спосіб вирішення завдання (проблеми) або використані методи; вибудовувати модель (змінювати модель); реконструювати, складати план експерименту, розповіді, рішення; змінювати план тощо

Учителі досить часто й самі складають тестові завдання, то ж доречним будуть для вас такі рекомендації, розроблені вченими Інституту педагогіки [15].

Найбільш прийнятною є трьохмірна модель планування тесту, яка передбачає зміст, технологічні вимоги і планований рівень пізнавальної діяльності, необхідний для виконання завдань тесту. Перша складова моделі — зміст — забезпечує змістовну валідність, його відповідність навчальним програмами. Друга складова моделі — технологічні вимоги — в основному це використаний тип завдань. Третьою складовою моделі є рівень здійснюваної пізнавальної діяльності, на оцінювання якого направлено вимір.

Після визначення цілей тестування і їх конкретизації розробляється специфікація тесту. Для цього робиться приблизна розкладка відсоткового, співвідношення змісту тем і визначається необхідна кількість завдань з кожної теми, виходячи з її важливості і числа годин, відведених навчальною програмою. У специфікації тесту обов'язково фіксується структура, зміст перевірки і відсоткове співвідношення завдань у тесті. Іноді специфікацію роблять в розгорнутій формі, яка містить додаткові відомості про тест.

Загальні принципи добору змісту тесту сприяють забезпеченню високої змістової валідності тесту. Перший принцип — принцип репрезентативності — регламентує процедуру добору змісту таким чином, щоб забезпечити оптимальну повноту і правильність пропорцій змісту тесту. Другий принцип — принцип значущості — передбачає вміщення в тест найбільш значущих елементів змісту, які належать до ключових питань. Виділення опорних елементів передбачає структурування змісту предмета перед його вміщенням в тест. Третій принцип — принцип системності — передбачає добір упорядкованих змістовних елементів, пов'язаних між собою певною ієрархією та загальною структурою знань. При дотриманні цього принципу тест можна використовувати не тільки для виявлення рівня навчальних досягнень, але і для оцінювання якості і структури знань учнів.

Складаючи тестові завдання необхідно звертати увагу на:

1. Зміст завдань тесту; диференціацію завдань по рівням (див. таблицю 6). Виконання учнем завдань першого рівня дає підстави для одержання ним оцінки початкового-середнього рівня. До другої групи належать завдання, правильне виконання яких дає підстави для одержання учнем достатнього та високого рівня. І, нарешті, до третьої групи належать завдання, розраховані на перевірку творчих аспектів підготовки школярів, виконання яких дає можливість робити висновок про рівень і якість підготовки.
2. Якість формулювання завдань тесту, лексичну доцільність, якість подання графічної інформації та інших компонентів завдання.

Традиційно учитель може скористатися навчальними й практичними посібниками, збірниками задач, практикумами, зошитами.

ЗБІРНИКИ ЗАВДАНЬ

7 клас

1 Ненашев І.Ю Фізика. 7 клас. Компетентнісно-орієнтовані завдання 2019

2. Фізика. Збірник задач. Гельфгат. І.М., Ненашев І.Ю.
3. Фізика. Збірник задач. Кирик Л.А.
4. Фізика. 7 клас. Збірник задач. Кирик Л.А.

8 клас

1. Фізика. 8 клас. Збірник задач. Кирик Л.А.
2. Ненашев І.Ю Фізика. 8 клас. Компетентнісно-орієнтовані завдання 2019
3. Фізика. 8 клас. Збірник задач. Гельфгат. І.М., Ненашев І.Ю.
4. Мацюк В.М., Стружук Н.І., Сенишин О.Я. Фізика. Збірник задач. 8 клас.

9 клас

1. Ненашев І.Ю Фізика. 7 клас. Компетентнісно-орієнтовані завдання 2019
2. Фізика. Збірник задач. Гельфгат. І.М., Ненашев І.Ю.
3. Фізика. 9 клас. Збірник задач. Кирик Л.А.
4. Мацюк В.М., Стружук Н.І. Збірник задач. 9 клас.

Олімпіадні задачі з фізики. 7-9 класи: практикум. Укл. П.П.Синиця

Посібники для здійснення контролю і оцінювання

7 клас

1. Гайда В.Я. Фізика. Самостійні роботи
2. Кирик Л.А. Фізика. Різноманітні самостійні та контрольні роботи
3. Засєкіна Т.М. Перевірка предметних компетентностей. Фізика. 7 клас. Збірник завдань для оцінювання навчальних досягнень учнів
4. Стружук Н.І. Мацюк В.М. Фізика. Контрольні роботи
5. Гудзь В.В., Репей В.І., Репей Л.М. Контрольні роботи з фізики
6. Засєкіна Т.М. Засєкін Д.О. Експрес-контроль з фізики
7. Чертіщева Т.В. Зошит для поточного та тематичного оцінювання
8. Сердюченко В.Г. Фізика. Зошит для поточного та тематичного оцінювання
9. Мишак Ю.М. Сиротюк В.Д. Фізика. Зошит для лабораторних та контрольних робіт
10. Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О. Фізика. Зошит для контролю навчальних досягнень

-
11. Татарчук Н.В. Тест-контроль. Фізика. Зошит для самостійних та контрольних робіт
 12. Кирик Л.А. Тест-контроль. Фізика 7 клас. Зошит для самостійних та контрольних робіт

8 клас

1. Гайда В.Я. Фізика. Самостійні роботи
2. Стружук Н.І. Мацюк В.М. Фізика. Контрольні та самостійні роботи
3. Гудзь В.В., Репей В.І., Репей Л.М. Контрольні роботи з фізики
4. Головка М.В., Засекіна Т.М., Засекін Д.О., Непорожня Л.В. Перевірка предметних компетентностей. Фізика. 8 клас. Збірник завдань для оцінювання навчальних досягнень учнів
5. Засекіна Т.М. Засекін Д.О. Експрес-контроль з фізики
6. Мишак Ю.М. Сиротюк В.Д. Фізика. Зошит для лабораторних та контрольних робіт
7. Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О. Фізика. Зошит для контролю навчальних досягнень
8. Кирик Л.А. Тест-контроль. Фізика 8 клас. Зошит для самостійних та контрольних робіт
9. Чертіщева Т.В. Фізика. 8 клас. Зошит для поточного та тематичного оцінювання

9 клас

1. Гайда В.Я. Фізика. Самостійні роботи
2. Горбик Л.О. Лабораторні та контрольні роботи
3. Гудзь В.В., Репей В.І., Репей Л.М. Контрольні роботи з фізики
4. Стружук Н.І. Мацюк В.М. Фізика. Контрольні та самостійні роботи
5. Чертіщева Т.В. Фізика. 9 клас. Зошит для поточного та тематичного оцінювання
6. Мишак Ю.М. Сиротюк В.Д. Фізика. Зошит для лабораторних та контрольних робіт
7. Сердюченко В.Г. Фізика. 9 клас. Зошит для поточного та тематичного оцінювання
8. Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О. Фізика. Зошит для контролю навчальних досягнень

Співробітниками Інституту педагогіки також підготовлено посібник «Завдання для перевірки предметної компетентності учнів з фізики (7-9 кл.)». Цей посібник розроблено відповідно до оновленої навчальної програми з фізики для 7-9 класів закладів загальної середньої освіти. Головне завдання на яке спрямовано використання збірника — формування й перевірка предметної компетентності з фізики учнів гімназії.

До посібника включені різні за структурою, змістом, формою подачі умови й способом розв’язання, дидактичною метою й ступенем складності задачі, що можуть бути використані вчителями в процесі формування й перевірки рівня сформованості в учнів предметної компетентності, як складника ключової та для формування природничо-наукової грамотності як предмета оцінювання Міжнародного дослідження PISA. Основну групу завдань становлять розрахункові якісні, експериментальні та графічні фізичні задачі. У кінці посібника подано задачі, подібні до тих, що застосовуються в Міжнародному дослідженні якості освіти PISA. Такі завдання спрямовані на перевірку вміння «пояснювати явища науково», «оцінювати й розробляти наукове дослідження», «інтерпретувати дані й докази з наукової позиції». За структурою такі задачі мають розгорнутий стимул, в якому міститься майже вся необхідна для виконання теоретична інформація, подекуди навіть надлишкова — учні мають самі виокремити факти та дані, необхідні для розв’язання задач та відповіді на запитання: вміння працювати в таких «зашумлених» умовах є однією з важливих навичок компетентної людини. Зазвичай стимул містить одну або декілька моделей, що дозволяють представити дані, необхідні для роботи: у дослідженні PISA це графічні, математичні та вербальні моделі. У структурі задачі містяться кілька завдань на вміння опрацьовувати наведену інформацію (в т. ч. завдання на перетворення інформації з однієї форми на іншу: побудова графіку, читання табличних даних тощо); завдання на тлумачення інформації та оцінку джерел (критичне мислення), виявлення ставлень.

Задачі згруповано в рубрики:

- Я поміркую й зможу пояснити
- Я можу застосовувати знання і розв’язувати задачі
- Я вмію досліджувати й експериментувати
- Я можу використати нову інформацію для вирішення проблем й пошуку відповіді
- Для тих, хто вивчає фізику поглиблено
- Я можу презентувати свій проект.

У кожній групі є задачі спрямовані на реалізацію наскрізних змістових ліній «Екологічна безпека та сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров’я і безпека», «Підприємливість та фінансова грамотність». Вони позначені відповідними значками.

Задачі з посібника можна ефективно використати:

- для вирішення проблем;
- формування нових знань, практичних вмінь і навичок, перевірки ступеня їх сформованості;

-
- повторення, узагальнення і систематизації знань.
 - для розвитку критичного мислення, уміння шукати, аналізувати й опрацьовувати інформацію.

Які цифрові технології використовують для формувального оцінювання?

Для здійснення формувального оцінювання можна використовувати різні інструменти. Та одними з найбільш ефективних є тести та опитувальники, які можна швидко створювати, редагувати та обробляти в онлайні. Розглянемо деякі з **онлайнних ресурсів**, які дозволяють здійснювати оцінювання учнів.

Форми Google — один з найбільш популярних сьогодні сервісів для створення тестів та опитувальників. Ресурс має велику кількість шаблонів оформлення, що дозволяє створювати форми до уроку будь-якої теми. Серед переваг слід відмітити миттєву обробку результатів та представлення їх у вигляді діаграм, імпортування результатів опитування чи тестування в редактор електронних таблиць, можливість додавання відео та зображень, організації розгалуження та призначення певної кількості балів за правильну відповідь, можливість редагування та заповнення на мобільному пристрої, а також вбудовування у власні сайти чи блоги та швидка публікація в соціальних мережах. Сервіс містить офіційну інструкцію, яка допоможе опанувати сервіс навіть новачку.

Сервіс **Plickers** дозволяє швидко провести оцінювання учнів на уроці, використовуючи учительський мобільний пристрій (смартфон, планшет) та заздалегідь роздруковані картки учнів з кодами відповідей. Впродовж оцінювання вчитель сканує картки-відповіді учнів, в результаті чого будуються діаграми з результатами та формується загальна таблиця з усіма відповідями, яку можна експортувати, друкувати та переглядати в режимі офлайн. Недоліком зазначеного сервісу є необхідність мати смартфон з наявним доступом до Інтернету, учительський комп'ютер, який теж має бути підключений до Інтернету і на якому відображатимуться запитання, а також англійська мова інтерфейсу. Позитивним є можливість багаторазового використання карток, копіювання запитань в різні тести, швидкість проведення опитування та обробки результатів.

Цифровий інструмент **Socrative** призначений для створення тестів з наступним використанням комп'ютерів чи мобільних гаджетів. З його допомогою учитель може створювати опитувальники з відкритими питаннями, тести з варіантами відповідей, може запускати командну гру або ж озвучувати запитання усно. Учні приєднуються до електронної вікторини за посиланням, а результати їх відповідей обробляються програмою. Учитель отримує статистику для всієї групи, кожного учня

і зведену таблицю результатів. Сервіс має інтуїтивно зрозуміле меню і використовується для швидкого створення інтерактивних опитувальників: вікторин, опитувань, тестових запитань, обговорень.

Не менш цікавим для здійснення оцінювання є онлайн-сервіс **Kahoot**, який дає змогу перетворити процес оцінювання на захоплюючу гру з переможцями, призовими місцями та набраними балами. Сервіс дозволяє створювати вікторини, обговорення, опитування, які вчитель може проводити під час уроку, використовуючи мобільні пристрої учнів із встановленим додатком ресурсу. Вчитель має змогу налаштовувати час, необхідний для відповіді, максимальну кількість балів, переглядати історію опитувань, зберігати результати опитування на комп'ютері чи онлайн-диску, публікувати вікторину в соціальних мережах тощо. Серед мінусів слід зазначити англомовний інтерфейс та необхідність демонстрації запитань на екрані (дошці), оскільки мобільний додаток дозволяє виключно обирати правильну відповідь.

Сервіс **Quizlet** дозволяє не лише значно зекономити час на створенні матеріалів для оцінювання, але й допоможе учням вивчити ту чи іншу тему. Введені один раз запитання з варіантами відповідей вчитель та учні можуть використовувати в різних формах: у вигляді карток, в режимі заучування, перевірки правопису, тесту, підбору (встановлення відповідності) та гравітації (написання запитання за вказаною відповіддю). Перевагою цього ресурсу є можливість створення курсу на основі навчальних модулів, реєстрація учнів, а також робота з сервісом з використанням мобільного пристрою із встановленим на ньому мобільним додатком (і в режимі офлайн теж). Недоліком сервісу є умовна його безкоштовність, адже за умови придбання ліцензії у вчителя з'являється можливість відслідковувати прогрес учнів, додавати зображення, записувати мову, демонструвати завдання без реклами та інші додаткові можливості.

Для швидкого отримання даних від студентів використовують також віртуальні дошки, які відносять до Інтернет-сервісу для підтримки спільної (групової та колективної) роботи користувачів.

В залежності від цілей формувального оцінювання цифрові інструменти, можна використовувати на різних етапах заняття. Їх класифікація подана в таблиці 1[морзе].

Група цифрових інструментів	Приклади цифрових інструментів	Можливості використання для формувального оцінювання відповідно до цілей формувального оцінювання: 1- вхідне 2- поточне 3- підсумкове
Сервіси для створення вікторин, опитувальників, онлайн тестувань	kahoot.com, socrative.com, mentimeter.com, onlinetestpad.com, quizlet.com, quizizz.com, triventy.com, www.strawpoll.me	1 2 3
Віртуальні дошки	padlet.com, trello.com, twiddla.com, whiteboard.org, realtimeboard.org	1 2 3
Мультисервіси для створення інтерактивних завдань	learningapps.org, studystack.com	2
Сервіси для створення хмар слів	answergarden.ch, wordart.com, tagxedo.com	1 3
Сервіси для створення карт знань	mindmeister.com, mindmapninja.com, coogle.it, bubble.us, mindomo.com, mind24.com, wisemapping.com, spiderscribe.net	2
Сервіси для створення інфографіки та візуалізації	piktochart.com, canva.com, visual.ly, prezi.com, thinglink.com	2
Google-сервіси	google-документи, googlenпрезентації, google-таблиці	1 2 3
Сервіси для ведення щоденників та журналів	wordpress.com, blogger.com, tumblr.com, facebook.com, twitter.com, instagram.com, форуми (в тому числі в LMS Moodle)	1 2 3

Використання онлайн-сервісів дозволяє економити час на проведенні оцінювання, додатково вмотивовувати учнів, спонукати до більш глибокого вивчення предмета, та, врешті-решт, перетворювати навчання та оцінювання на цікаву гру. Звісно, що подібних сервісів існує надзвичайно велика кількість і всі вони заслуговують на увагу.

Використана й рекомендована література

1. Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, наказ (2011, квіт, 13), *Про затвердження Критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів (вихованців) у системі загальної середньої освіти*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0566-11>
2. Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, наказ, документ v1222729-13, (2013, серп.21, зі змінами 2016, серп.19), *Про затвердження орієнтовних вимог оцінювання навчальних досягнень учнів із базових дисциплін у системі загальної середньої освіти*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1222729-13>
3. Верховна Рада України. 2 сесія, IX скликання (2020, Січ. 16), *Закон №463-IX, «Про повну загальну середню освіту»*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20>
4. Стратегія розвитку освітніх оцінювань у сфері загальної середньої освіти в Україні до 2030 року. Доступно: http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/07/190523_Strategiya-osvitnih-otsinyuvan_UTSOYAO.pdf
5. Міністерство освіти і науки України, Наказ МОН України (від 07.06.2017 р. № 804), Фізика. 7—9 класи : навч. програма для загальноосвіт. навч. закл. (оновлена у 2017 р.). URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> (дата звернення: 20.08.20).
6. Засекіна Т. М., Засекін Д. О. Компетентності та результати навчання як системотвірні елементи освітнього процесу. *Укр. пед. журн.* 2020. №3. С. 49—57.
7. Т. С. Вакуленко, С. В. Ломакович, В. М. Терещенко, С. А. Новікова; перекл. К. Є. Шумова, *PISA: природничо-наукова грамотність*. [Електронний ресурс]. Доступно: http://pisa.testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/09/Science_PISA_UKR.pdf
8. Міністерство освіти і науки України, громадське обговорення (2020, бер, 4), *Проект державного стандарту базової середньої освіти*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-proponuye-dlya-gromadskogo-obgovorennya-proyekt-derzhavnogo-standartu-bazovoyi-serednoyi-osviti>
9. Огляди ОЕСР на тему доброчесності в освіті: Україна 2017 / Інститут розвитку освіти. Київ : Таксон, 2017. С. 74. Доступно: [http://iro.org.ua/uploads/OECDrev_ua_K+P293_out2_\(1\).pdf](http://iro.org.ua/uploads/OECDrev_ua_K+P293_out2_(1).pdf)

-
10. Формування результатів навчання в науках про навколишнє середовище: тренінг-курс / Ю. В. Рибалко, О.В. Зазимко. НУБІП, 2017. Одеса: НУ «ОМА», 2017. 50 с.
 11. Абетка для директора: Рекомендації до побудови внутрішньої системи забезпечення якості освіти у закладі загальної середньої освіти» (К., 2020).
 12. Онопрієнко О.В. Формувальне оцінювання навчальних досягнень учнів: сутність і методика здійснення. Український педагогічний журнал. №4. 2016. С. 36-42 Доступно: : <http://uej.undip.org.ua/upload/iblock/5e2/5e24f07e3c22c6f4feb501b1200d2105.pdf>
 13. УРОКИ PISA-2018 : методичні рекомендації / кол.авт. : Васильєва Д.В., Головка М.В., Жук Ю.О., Козленко О.Г., Ляшенко О.І., Науменко С.О., Новосолова В.І. / Інститут педагогіки НАПН України. — Київ : Педагогічна думка, 2020. — 96 с. Доступно: http://undip.org.ua/news/library/metod_rekom_detail.php?ID=9825
 14. Тестові технології оцінювання ключових і предметних компетентностей учнів основної і старшої школи : монографія / за ред. Ляшенка О.І., Жука Ю.О. К. : Педагогічна думка, 2014. 200 с. Доступно: http://undip.org.ua/news/library/monografii_detail.php?ID=3053
 15. Морзе Н.В., Вембер В.П., Гладун М.А. Використання цифрових технологій для формувального оцінювання Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2019. Вип. спецвип. С. 202-214. Доступно: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeeemu_2019_spetsvip._21
 16. Скрипка Г. В. Формування в учнів навичок ХХІ століття засобами інформаційно-комунікаційних технологій / Г. В. Скрипка // Інформаційні технології і засоби навчання : електронне наукове фахове видання. — Київ. — 2016. — Том 54, №4. Доступно: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1410>.

3.3 СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНІВ СФОРМОВАНOSTІ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

У процесі формування компетентностей учнів гімназії передбачається здійснення неперервної комплексної діагностики рівнів сформованості їх складників. Одним із її важливих компонентів є оцінювання навчальних досягнень. Аналіз наукової літератури свідчить, що, незважаючи на значні напрацювання у сфері контролю й оцінки знань учнів, проблема діагностики компетентностей вивчена недостатньо. Компетентнісний підхід у навчанні потребує модернізації існуючої системи оцінювання.

Недоліками традиційного підходу контролю навальних досягнень є переважна орієнтація контрольно-оцінних засобів і дій на перевірку репродуктивного рівня засвоєння фактологічних знань й алгоритмічних умінь. Переорієнтація на формування компетентностей учнів впливає на комплексну оцінку результатів навчання та потребує спрямування

системи контролю на визначення готовності учнів застосовувати набуті знання й уміння в різних життєвих ситуаціях.

Враховуючи умови модернізації системи контролю навчальних досягнень, виокремимо наступні вимоги до організації оцінювання компетентностей:

- порівняння результату з освітніми цілями (діагностика має бути спрямована на оцінку рівня досягнення поставлених цілей);
- розмаїття суб'єктів діагностики (з метою підвищення об'єктивності освітніх результатів до оцінювання залучають різних суб'єктів навчання — батьків, учителів-предметників, однокласників, значної уваги надають самооцінці, рефлексії діяльності);
- комплексне використання діагностичних методів (тестування, контрольні роботи, самодіагностика тощо). Враховуючи індивідуальні особливості школярів, різні види оцінювання підвищують вірогідність отриманих результатів, а також інтерес до її проведення;
- наявність зворотного зв'язку (процес оцінювання має супроводжуватися постійним аналізом позитивних змін і прогалин у досягненнях школярів);
- індивідуальний характер (щоб формувати позитивну мотивацію учнів до навчальної діяльності, потрібно відслідковувати їх індивідуальне просування в процесі засвоєння знань, набуття практичних умінь і навичок, розвитку психічних якостей; оцінювання слід здійснювати відштовхуючись від наявного рівня навчальних досягнень кожного учня; відповідно до індивідуальних особливостей доцільно застосовувати різні види контролю й оцінки знань);
- систематичність, регулярність (контрольно-оцінювальну діяльність слід виконувати на всіх етапах процесу навчання, поєднувати її з іншими компонентами навчально-виховного процесу);
- оперативність (застосування відповідних комп'ютерних програм з метою оброблення отриманих результатів);
- відкритість (учасникам освітнього процесу заздалегідь оголошуються вимоги до рівня підготовки й процедури контролю).

Відповідність діагностики перерахованим вимогам дає змогу одержувати об'єктивні результати й підвищувати ефективність методики формування компетентностей учнів гімназії.

Під час дослідження рівнів сформованості компетентностей виконуються такі функції: оцінювання початкового й наступних рівнів, контроль процесу реалізації розробленої методики, коригування навчально-виховного процесу з метою підвищення його ефективності.

Діагностику результативності навчального процесу слід розпочинати із цілепокладання, тому що результатом будь-якої діяльності є реалізація поставлених цілей. А освітні досягнення мають бути оцінені за ступенем відповідності освітнім цілям.

Представляючи мету як модель результату навчання, його ідеальний образ, результат процесу навчання фізики розглядаємо як систему взаємозв'язаних ключових і предметної компетентностей: інформаційно-комунікаційної, інноваційної, екологічної, компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, математичної та ін. Кожна компетентність містить наступні структурні компоненти: знання, уміння, ціннісні орієнтації й досвід практичної діяльності.

Визначення рівнів сформованості такої інтегрованої характеристики особистості як компетентність лише описовими методами — процес досить суб'єктивний і не завжди можливий. Оскільки аналіз, вимірювання й кількісне оцінювання якості об'єктів різної природи є предметом вивчення науки кваліметрії, то, як свідчить практика, з метою підвищення вірогідності отриманих результатів доцільно поєднувати якісні методи діагностики з елементами кваліметричного аналізу.

На основі аналізу наукової літератури з вивчення кількісних методів оцінювання певної якості сформулюємо основні принципи кваліметрії: *декомпозиція* (розгляд оцінюваної якості як сукупності складників), *пріоритетність* (виявлення її значущих компонентів), *нерівнозначність* (з'ясування питомої ваги кожного з них), *еталонність* (визначення змісту еталона кожного структурного компонента), *нормування* (зведення одиниць вимірювання різних складників до однієї розмірності або вираження їх у безрозмірних одиницях).

На основі наведених принципів розроблено наступну процедуру оцінювання рівня сформованості ключових і предметної компетентностей з фізики:

- розгляд компетентності як сукупності структурних компонентів (мотиви, знання, уміння, цінності тощо);
- визначення її значущих складників (показників, якими найбільшою мірою характеризується здатність особистості розв'язувати різноманітні компетентнісно орієнтовані завдання);
- виявлення в кожному компоненті повного набору дидактичних елементів, які формуються в процесі навчання (кваліметричне оцінювання не можливо здійснити без наявності еталона для порівняння — базових значень, характерних ключовим і предметним компетентностям);

- застосування до кожного їхнього структурного компонента (знань, умінь, ціннісних орієнтацій і досвіду) відповідного коефіцієнта, що свідчить про рівень їхньої сформованості: K_1 , K_2 , K_3 , K_4 (показники вимірювання мають бути наведені в одній розмірності або виражені в безрозмірних одиницях). З цією метою використовуються коефіцієнти, нормовані до одиниці, зокрема, такий, що характеризує рівень сформованості фізичних знань: $K_1 = \frac{\sum_{i=1}^a n_i}{3a}$, де n — коефіцієнт, який свідчить про рівень сформованості відповідної дидактичної одиниці, яка належить певній компетентності ($n = 0, 1, 2, 3$: $n = 0$ — така одиниця не сформована, $n = 1$ — має низький рівень, $n = 2$ — середній і $n = 3$ — високий), a — їх загальна кількість;
- визначення рівня сформованості окремого структурного компонента різними методами діагностики (з метою підвищення об'єктивності результатів оцінювання одні й ті ж складники доцільно виявляти різними методами — контрольні роботи, тестування, аркуші самодіагностики, аналіз результатів практичних завдань тощо);
- урахування нерівнозначності структурних компонентів шляхом уведення додаткових вагових коефіцієнтів, які визначаються методом експертної оцінки (присвоєння кожному складнику коефіцієнта як середнього арифметичного оцінок вагомості, наданих окремими експертами: α , β , δ , γ); у нашому дослідженні [35] методом експертної оцінки (експертами виступали учні-методисти й учителі шкіл — більше 50 осіб) були встановлені додаткові вагові коефіцієнти для кожного структурного компонента: $\alpha = 0,15$ (для знань), $\beta = 0,2$ (для умінь), $\gamma = 0,25$ (для ціннісних орієнтацій), $\delta = 0,4$ (для досвіду практичної діяльності);
- обчислення інтегрованого коефіцієнта рівня сформованості компетентностей (коефіцієнти відображено в загальній формулі, що дає змогу кількісно оцінити її «величину»: $K = (\alpha \cdot K_1 + \beta \cdot K_2 + \gamma \cdot K_3 + \delta \cdot K_4) \cdot 100\%$).

У процесі діагностики учитель заповнює матриці, за допомогою яких обчислюють рівень сформованості ключових і предметної компетентностей учнів гімназії. Розглянемо методи діагностики кожного структурного компонента.

Знання й уміння

Коефіцієнти сформованості знань і вмінь визначаються за наступними формулами:

$$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^a n_i}{3a},$$

де p — коефіцієнт, що характеризує рівень сформованості певної дидактичної одиниці, складника відповідної компетентності ($p = 0, 1, 2, 3$; $p = 0$ — дидактичний елемент не сформований, $p = 1$ — низький рівень, $p = 2$ — середній і $p = 3$ — високий); a — загальна кількість дидактичних одиниць, складників компетентностей.

$$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^b n_i}{3b},$$

де p — коефіцієнт, що характеризує рівень оволодіння вміннями, складника відповідної компетентності ($p = 0, 1, 2, 3$; b — загальна кількість умінь).

Оцінювання знань і вмінь учнів здійснюється різними діагностичними методами.

Анкетування.

Анкетування слід здійснювати систематично: після вивчення певної теми, проведеного заходу тощо. Наприклад, з метою виявлення рівнів сформованості знань і вмінь, що становлять екологічну компетентність, учневі пропонують відповісти на наступні запитання:

- Які чинники довкілля впливають на здоров'я людини?
- Якими фізичними характеристиками можна охарактеризувати стан здоров'я людини?
- Перерахуйте відомі Вам методи захисту довкілля.

Ще одним методом діагностики є **тестування**. З метою перевірки рівня відповідних знань і вмінь учням пропонують виконати тестові завдання відкритого типу. Наприклад, з метою визначення вмінь планувати власну діяльність скласти алгоритм виконання певної дії.

Розглянемо приклади таких завдань:

1. Складіть докладний план написання реферату.
2. Сформулюйте питання, які Ви задали б екскурсоводу під час відвідування музею радіо.
3. Розробіть план проведення експерименту з вивчення властивостей електромагнітних хвиль у домашніх умовах.

З метою одержання повної й об'єктивної інформації під час діагностування знань і вмінь, складників компетентностей, доцільно *використовувати аркуші* самодіагностики школярів.

Згідно цієї методики кожному учневі пропонується заповнити своєрідний щоденник, щоб зафіксувати ті вміння, якими він володіє. На перших сторінках щоденника пояснюється, про що свідчать результати діагностики, визначаються ті області знань, де учневі бракує практичного досвіду. Зразок сторінки щоденника відображено в табл. 4.

Аркуш самодіагностики учня

Компетентність, номер уміння	Я можу виконати завдання		Укажіть, де Ви виконували завдання (на уроці, вдома, на природі та ін.) й опишіть послідовність дій	Дата
	з допомогою	без допомоги		
I. 1.				
2.				

З метою підвищення вірогідності результатів діагностування доцільно проводити його не лише із школярами, а й серед батьків і вчителів. За допомогою листів самодіагностики учневі пропонується визначити рівень власних знань і вмінь:

1. Інформаційно-комунікаційна компетентність

- Мені відомі різні джерела інформації.

Я можу:

- відшукувати й використовувати потрібну інформацію з різних джерел;
- сформулювати висновки на основі інформації, представленій в різних джерелах;
- подавати інформацію різними способами;
- інтерпретувати інформацію з діаграм, таблиць, карт, графіків;
- підготувати повідомлення з певної теми;
- створити презентацію;
- сформулювати гіпотезу;
- виконувати прості експерименти;
- вибирати об'єкт спостереження і вимірювання;
- провести експеримент з метою підтвердження гіпотези;
- спланувати і виконати наукове дослідження з метою перевірки гіпотези;
- добирати потрібні вимірювальні прилади;
- представляти результати експерименту у вигляді таблиць, графіків і діаграм;
- використовувати оптимальні методи оформлення результатів дослідження;
- формулювати висновки, узагальнювати результати експерименту;
- виокремлювати головні етапи експерименту;
- підготувати логічно структуровану й ілюстровану доповідь за результатами дослідження.

2. Екологічна компетентність

Я знаю:

- основні показники стану довкілля;
- основні екологічні проблеми регіону;

Я можу вимірювати:

- 3) температуру власного тіла;
- 4) артеріальний тиск людини;
- 5) вологість повітря у приміщенні;
- 6) температуру повітря в кімнаті;
- 7) рівень радіації (у приміщенні, назовні);
- 8) рівень шуму;
- 9) освітленість у приміщенні;
- 10) Я можу здійснювати дослідження на відкритій місцевості.

3. Діяльнісний складник компетентностей

Я можу;

- 1) складати план власної діяльності;
- 2) розподілити час виконання кожного етапу;
- 3) організувати власне робоче місце;
- 4) визначати проблеми і запропонувати можливі варіанти її вирішення;
- 5) оцінювати їх і вибирати оптимальні;
- 6) здійснювати рефлексію власної діяльності;
- 7) оцінювати результати власної діяльності й запропонувати можливі шляхи їх поліпшення;
- 8) добирати відповідні для виконання певного завдання прилади й обладнання;
- 9) замінювати бракуючі засоби діяльності іншими;
- 10) використовувати різне устаткування акуратно й безпечно;
- 11) спроектувати й виготовити продукт, використовуючи різні інструменти й матеріали.

За допомогою листів самодіагностики школярам пропонується оцінити рівень сформованості власних знань і вмінь, а також визначити ті з них, які вони планують удосконалювати.

З метою відстеження динаміки формування знань і вмінь, що становлять ключові й предметну компетентності, учням слід пропонувати неодноразово заповнювати листи самодіагностики (наприклад, у кінці кожної чверті).

Ціннісні орієнтації

Одним із структурних компонентів компетентностей є ціннісні орієнтації, тісно пов'язані з мотиваційною сферою особистості. На початку процесу їх формування учитель виявляє освітні потреби учнів, що задовольняються інваріантною та варіативною частинами базового навчального плану й у процесі розвитку трансформуються в ціннісні орієнтації особистості. Тому на етапі оцінювання сформованості ключових компетентностей слід діагностувати ціннісні орієнтації, якими володіє школяр.

Рівень сформованості ціннісних орієнтацій визначаємо за формулою:

$$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^c n_i}{3c},$$

де n — коефіцієнт, що характеризує рівень сформованості певної ціннісної орієнтації, складника відповідної компетентності ($n = 0, 1, 2, 3$; c — загальна кількість ціннісних орієнтацій).

Кількість сформованих ціннісних орієнтацій обчислюється з урахуванням коефіцієнта n , що характеризує рівень їх розвитку. Наприклад, виокремимо рівні сформованості ціннісних орієнтацій, складника екологічної компетентності (табл. 16).

Таблиця 16

**Рівні сформованості ціннісних орієнтацій
екологічної компетентності**

Ціннісна орієнтація	Рівень сформованості		
	Низький	Середній	Високий
	Коефіцієнт, що характеризує рівень		
	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$
значущість турботи про власне здоров'я й здоров'я довколишніх	учень розуміє свою причетність до збереження власного здоров'я й здоров'я людей	учень має позитивні ціннісні орієнтації стосовно власного здоров'я й здоров'я довколишніх	учень дбайливо ставиться до власного здоров'я й здоров'я людей
усвідомлення необхідності дбайливого ставлення до природи	учень розуміє власну причетність до збереження природи й роль фізики у вирішенні екологічних проблем	учень має позитивні ціннісні орієнтації стосовно збереження природи	учень дбайливо ставиться до природи

А загальна кількість ціннісних орієнтацій певної компетентності, зазначена в матриці, причому в ідеалі кожна з них має бути сформована на високому рівні, тому в знаменник формули додається коефіцієнт 3.

З метою визначення рівня сформованості ціннісних орієнтацій розроблені різні методики: тест американських авторів Д. Сьюпера й Д. Невіла «Шкала цінностей», методика М. Рокича «Вивчення цінностей людини», тести Г.А. Коропової й ін. [28, 45]. На основі методики М. Рокича «Ціннісні орієнтації» складемо опитувач з виявлення ціннісних орієнтацій, складників різних компетентностей [45].

Інструкція: вирази власне ставлення до цінностей (сенсу життя), розподіливши їх так: дуже значущі для мене, середньозначущі, ще незначущі (табл. 17).

Опитувач

1. Цікава робота.
2. Сім'я.
3. Фізичний розвиток, удосконалення краси і сили.
4. Спілкування з цікавими людьми, друзями.
5. Здоров'я.
6. Якісна освіта.
7. Збереження довкілля.
8. Пізнання, розширення світогляду, підвищення загальної культури.
9. Постійне особисте зростання: розвиток волі, активності та ін.
10. Творчість (технічна, літературна, музична та ін.).
11. Громадське визнання, популярність, слава.
12. Самостійність як незалежність в оцінці і судженнях.
13. Залучення до культури і мистецтва.
14. Громадська і політична активність.
15. Змістовне дозвілля (туризм, хобі тощо).
16. Безперервна самоосвіта.

Таблиця 17

Бланк відповідей

Значущі	Середньозначущі	Ще незначущі

Оброблення результатів має якісний характер.

З метою визначення ціннісних орієнтацій учнів можна також використовувати *аркуші самодіагностики*, що містять, наприклад такі твердження:

- Я усвідомлю власну відповідальність за збереження навколишнього середовища.
- Я визнаю важливість раціональної діяльності тощо.

Крім того, оскільки ціннісні орієнтації є особистісними характеристиками, що проявляються в діяльності людини, як метод діагностики слід використовувати *спостереження за діяльністю* учнів на: уроці, природі, екскурсії та ін. Наприклад, об'єктом спостереження може бути діяльність учня з організації місця табору в поході (чи приймає активну участь, безпечно розводить багаття, забирає сміття тощо).

У практиці оцінювання ціннісних орієнтацій використовуються також *тестові завдання* відкритого типу, наприклад:

1. У Вас з'явилася можливість поставити запитання інженерові атомної станції, який займається проблемами контролю екологічної безпеки навколишнього середовища. Сформулюйте власні запитання.
2. Опишіть організацію місця біваку в поході.
3. Запропонуйте режим дня, необхідний для збереження здоров'я людини. Порівняйте його із власним і зробіть висновки.

Досвід практичної діяльності

Не менш важливою складовою компетентностей є досвід практичної діяльності учнів. Саме в процесі набуття досвіду різноманітних видів діяльності компетенція трансформується у компетентність. Однак, за період навчання в школі під час навчання фізики учні здобувають лише незначний, фрагментарний досвід, недостатній для сформованості ключових компетентностей.

Враховуючи вищезазначене, оцінюватимуться лише ті види діяльності учнів, що заздалегідь планувалися вчителем на певний період навчання (наприклад, чверть або термін вивчення певного розділу фізики).

Рівень сформованості практичного досвіду визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^d n_i \cdot p_i}{3 \cdot 3 \cdot d},$$

де n — коефіцієнт, що характеризує рівень самостійності учня ($n = 0, 1, 2, 3$); p — значущості різних видів діяльності для формування компетентності ($p = 0, 1, 2, 3$); d — загальна кількість запропонованих завдань, яку вчитель планує заздалегідь і прописує у матрицях оцінювання ключової компетентності.

Під час підрахунку виконаних завдань потрібно враховувати, по-перше, значущість кожного виду діяльності для формування певної компетентності (ваговий коефіцієнт p), а по-друге, рівень самостійності школяра (коефіцієнт n). Кількість виконаних практичних завдань учитель визначає, використовуючи *методику рейтингової оцінки*.

Розглянемо цю методику. Умовно весь навчальний процес можна представити у вигляді сукупності різних видів діяльності (вивчення літератури, підготовка доповідей, проведення експериментів тощо).

У процесі вивчення фізики учень виконує різні види діяльності. Не можна стверджувати, що певний вид діяльності домінує у процесі формування лише однієї відповідної компетентності. Будь-який вид різною мірою впливає на формування фіксованої множини компетентностей.

Методом експертної оцінки визначимо вагові коефіцієнти, що характеризують значущість різних видів діяльності для формування певної компетентності (табл. 18).

**Значущість різних видів діяльності в процесі
формування ключових компетентностей**

Компетентність	Рівень значущості діяльності		
	Більш значуща	Значуща	Менш значуща
	Коефіцієнт, що характеризує значущість		
	$p = 3$	$p = 2$	$p = 1$
Інформаційно-комунікаційна	проведення спостереження; написання реферату; виконання досліджу, експерименту	підготовка повідомлення; розв'язування експериментального завдання	виготовлення фізичного приладу, моделі; виконання лабораторної роботи
Діяльнісний компонент	виготовлення фізичного приладу, моделі; розв'язування експериментального завдання; написання реферату	проведення спостереження; виконання досліджу, експерименту	підготовка повідомлення; виконання лабораторної роботи
Екологічна	проведення комплексного дослідження природи; виконання проекту з оцінювання й захисту навколишнього середовища	проведення спостереження; розв'язування експериментального завдання; виконання лабораторної роботи	підготовка повідомлення; виготовлення фізичного приладу, моделі; написання реферату

Під час обчислення кількості виконаних завдань потрібно ввести також коефіцієнт, що характеризує рівень самостійності учня. Позначимо його p . Охарактеризуємо значення цього коефіцієнта:

$p = 1$, якщо школяр виконує певну діяльність — постановка досліджу, проведення демонстрації, виготовлення дидактичних матеріалів та

ін. — під керівництвом учителя й за заданим алгоритмом (наприклад, виконує на уроці лабораторну роботу);

$л = 2$, якщо учень здійснює практичну діяльність у школі або вдома самостійно, але використовуючи відповідний алгоритм (наприклад, готує доповідь за планом учителя);

$л = 3$, якщо учень самостійно розробляє план і здійснює певну діяльність (наприклад, експеримент, самостійно готує доповідь, використовуючи інформацію з різних джерел тощо), а також застосовує знання й уміння в різних життєвих ситуаціях (наприклад, виготовляє обладнання для фільтрації повітря або води, ремонтує побутові прилади та ін.).

Для фіксації рейтингової оцінки звичайний журнал успішності учнів не пристосований. Оскільки оцінки, отримані в результаті певної діяльності, мають різну цінність, то й під час обліку в журналі вони повинні відрізнятися. З цією метою можна використовувати окремий журнал, де оцінки виставляються за певний вид діяльності. Тоді в ньому на першій сторінці буде відображено повний список учнів, а на кожній наступній — відповідний вид діяльності. Наприклад, якщо школяр на одному уроці виступив з доповіддю й виконав лабораторну роботу, те оцінки потрібно розподілити. Під час обчислення рейтингу всі оцінки на одній сторінці матимуть однаковий ваговий коефіцієнт, що полегшує оброблення результатів і забезпечує сортування оцінок відразу в процесі їх виставлення.

Технологія рейтингового оцінювання навчальних досягнень пов'язана з більшими, ніж звичайно, часовими затратами. Однак отримані результати виправдовують себе, тому що підвищення об'єктивності оцінки й чітке відстеження параметрів її виставлення забезпечує прозорість освітнього процесу й сприяє проведенню активного діалогу між усіма його суб'єктами.

З метою оцінювання рівня сформованості практичного досвіду діяльності учнів доцільно застосовувати метод ґратки Дж. Келлі. Сутність цієї методики викладена в роботах відомих зарубіжних учених-дослідників [60].

Наведемо приклад використання ґратки Келлі під час визначення досвіду практичної діяльності школяра під час формування інформаційно-комунікаційної компетентності. Тестування за методом ґратки Келлі здійснюється як індивідуально, так і колективно. Запропонована форма оцінювання дає змогу виявити не лише знання як складника компетентностей, а й рівень застосування їх у практичній діяльності.

Процедура тестування полягає в наступному: кожному школяру видається бланк ґратки (таблиця. 19) й інструкція роботи з нею.

Інструкція роботи з ґратками Дж. Келлі

Перед Вами таблиця, в першому рядку і колонці якої перераховані відомі Вам методи пізнання, джерела і способи кодування інформації та ін. Позначте, будь ласка, цифрами на перетині двох понять, що мають одну основу. Вкажіть її, а також наведіть приклад — як часто і де Ви використовуєте на практиці вказані методи, джерела інформації як у навчальній, так і в повсякденній діяльності.

Таблиця 19

Приклад відповіді учня 9-го класу

	Зміна умов для вивчення об'єкта або явища	Моделювання, експеримент	Таблиця	Вимірювання	Бібліотека	Дедукція	Загальна кількість поділок
Спостереження				1			
Збір та аналіз фактів, висунення гіпотези		2					
Інтернет					3		
Синтез						4	
Взаємодія з об'єктом або явищем	5						
Схема			6				
Максимальне значення шкали							7

1. Емпіричний метод пізнання.
2. Цикл пізнання Галілея.
3. Джерело інформації.
4. Теоретичний метод пізнання.
5. Експеримент.
6. Спосіб кодування інформації.
7. Ціна поділки.

Методика оцінювання структурних компонентів компетентностей узагальнена в таблиці 20.

Методика оцінювання рівня сформованості компетентностей

Структурний компонент компетентності і його ваговий коефіцієнт	Методи діагностики	Коефіцієнт, що характеризує рівень сформованості складників компетентностей
Знання $\alpha = 0,15$	Контрольні роботи, фронтальне опитування, тестування, анкетування, аркуші самодіагностики, аналіз практичних робіт	$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^a n_i}{3a}$, де n – коефіцієнт, що характеризує рівень сформованості певної дидактичної одиниці, складника компетентності ($n = 0, 1, 2, 3$: $n = 0$ – дидактична одиниця несформована, $n = 1$ – низький рівень, $n = 2$ – середній і $n = 3$ – високий); a – загальна кількість дидактичних одиниць відповідної компетентності
Уміння $\beta = 0,2$	(повідомлень, експериментів, досліджень й ін.)	$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^b n_i}{3b}$ де n – коефіцієнт, що характеризує рівень, на якому учень оволодів способом діяльності, складника певної компетентності ($n = 0, 1, 2, 3$); b – загальна кількість способів діяльності відповідної компетентності
Ціннісні орієнтації $\gamma = 0,25$	Анкетування, спостереження за діяльністю учнів, бесіда й ін.	$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^c n_i}{3c}$, де n – коефіцієнт, що характеризує рівень сформованості певної ціннісної орієнтації, складника відповідної компетентності ($n = 0, 1, 2, 3$); c – загальна кількість ціннісних орієнтацій заданої компетентності
Досвід $\delta = 0,4$	Аркуші самодіагностики, рейтинговий облік, метод ґратки Келлі й ін.	$K_4 = \frac{\sum_{i=1}^d n_i \cdot p_i}{3 \cdot 3 \cdot d}$, де n – коефіцієнт, що характеризує рівень самостійності учня під час виконання певного виду діяльності ($n = 0, 1, 2, 3$); p – коефіцієнт, що характеризує значущість різних видів діяльності під час формування компетентності ($p = 0, 1, 2, 3$); d – загальна кількість запропонованих завдань
Коефіцієнт сформованості компетентності K визначається за формулою: $K = (\alpha K_1 + \beta K_2 + \gamma K_3 + \delta K_4) 100\%$		

Далі виокремлюються рівні сформованості компетентностей. Результати аналізу експериментальних даних свідчать, що якщо коефіцієнт K відповідає інтервалу $< 50\%$ — рівень сформованості компетентності низький; якщо K має значення від 50 до 70% — задовільний; якщо K рівний від 70 до 90% — оптимальний; якщо K відповідає значенням $> 90\%$ — рівень високий (табл. 21).

Використовуючи різні методи діагностики, учитель визначає рівень сформованості ключових і предметної компетентностей. Якісний аналіз результатів виявлення рівня дає йому змогу коригувати власні навчальні дії.

Значення додаткових коефіцієнтів, що характеризують рівні сформованості структурних компонентів компетентностей

Структурний компонент	Коефіцієнт, що характеризує рівень $n = 0$, якщо структурний компонент компетентності не сформований		
	$n = 1$ низький	$n = 2$ середній	$n = 3$ високий
Знання	Впізнання дидактичних одиниць	Відтворення дидактичних одиниць	Впізнання й відтворення, а також наведення прикладів використання дидактичних одиниць на практиці
Уміння	Учень виконує окремі операції, послідовність їх виконання не продумана й сутність не засвоєна	Виконуються всі операції, послідовність їх виконання добре продумана, але недостатньо осмислена сутність операцій	Виконуються всі операції, послідовність яких добре продумана, сутність операцій осмислена, і учень вільно переносить дане уміння на виконання інших аналогічних завдань
Ціннісні орієнтації	Учень розуміє свою причетність до збереження власного здоров'я й здоров'я оточуючих, до збереження природи й роль фізики у вирішенні екологічних проблем	Учень має позитивні ціннісні орієнтації стосовно власного здоров'я й здоров'я довколишніх людей, природи та ін.	Учень дбайливо ставиться до власного здоров'я й здоров'я довколишніх, довкілля

Досвід практичної діяльності	Коефіцієнт, що характеризує значущість різних видів діяльності в процесі формування компетентності		
	$p = 1$ Менш значущі	$p = 2$ Значущі	$p = 3$ Більш значущі
	У процесі навчання фізики учень виконує різні види діяльності. Будь-який вид різною мірою впливає на формування тієї або іншої компетентності. Значущість різних видів діяльності під час формування відповідних компетентностей визначена методом експертної оцінки й відображена в роботі		
	Коефіцієнт, що характеризує рівень самостійності учня		
	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$
	Школяр здійснює певну діяльність (постановка досвіду, проведення демонстрації, виготовлення дидактичних матеріалів та ін.) під керівництвом учителя й за заданим алгоритмом	Учень здійснює практичну діяльність у школі або вдома самостійно, використовуючи алгоритм дій	Учень самостійно розробляє план проведення певної діяльності, реалізує його, використовує знання й уміння в різних життєвих ситуаціях

Оцінювання рівня сформованості компетентностей учнів

К	Рівень сформованості компетентностей
< 50%	Низький
50–70%	Задовільний
70–90%	Оптимальний
> 90%	Високий

Результати діагностики можуть відрізнятися від запланованих, і тоді виникає потреба у здійсненні коригування освітнього процесу. Учителі разом з учнем і батьками планують додаткові заходи й подальші шляхи розвитку його освітніх потреб для підвищення ефективності формування компетентностей.

Необхідність корекції може бути викликана такими причинами як зміна стану навчального середовища, розширення освітніх потреб школярів, невідповідність результату поставленим цілям.

Корекція забезпечує учням досягнення поставлених цілей навчання. З цією метою розробляються коригувальні заходи: консультації, додаткові завдання та ін. У дослідженні О.А. Веденєєвої виділено елементи навчання, які можуть підлягати коригуванню [10]:

- 1) зміст освіти (залежно від прийнятих навчальних цілей, наукових досягнень, соціальних запитів суспільства, особистих освітніх потреб учнів, педагогічних можливостей та ін.);
- 2) форми й методи навчання (залежно від змісту освіти, індивідуальних потреб учня й ін.);
- 3) засоби навчання (залежно від навчального середовища, індивідуальних особливостей й ін.). Наприклад, в учнів немає можливості вдома працювати з відеоматеріалами, але є комп'ютер. Тому, найбільша увага надається перегляду комп'ютерних матеріалів, моделюванню експерименту;
- 4) режим навчання учня (залежно від навчального навантаження, системи самостійної роботи й ін.);
- 5) система контролю результатів навчально-пізнавальної діяльності (наприклад, якщо рівень сформованості навчально-пізнавальних умінь високий, то поточний контроль можна здійснювати рідше).

Наведемо приклад коригування освітнього процесу з формування компетентностей. На етапі діагностики з'ясувалося, що учень добре володіє теорією, але виникають ускладнення під час постановки фізичного експерименту. Корекція здійснюється так: школяру рекомендується

спільна індивідуальна робота із учителем фізики з метою розвитку узагальнених експериментальних умінь, пропонуються прості домашні експерименти та ін.

Етапи методики формування компетентностей відповідно до структури діяльності суб'єктів навчання (учня й учителя) представлено в табл. 22.

Таблиця 22

Етапи діяльності суб'єктів навчання в процесі формування компетентностей учнів гімназії

Назва етапу	Діяльність учня	Діяльність учителя
1	2	3
Діагностичний	Приймає участь у комплексній педагогічній діагностиці (заповнює анкети, щоденник самодіагностики, виконує практичні завдання, тести)	Проводить комплексну педагогічну діагностику (тестування, анкетування учнів, бесіди з батьками, адміністрацією школи, вивчення освітніх умов регіону)
Цільовий	На основі результатів педагогічної діагностики аналізує власні прогалини в знаннях й усвідомлює цілі подальшого навчання та потребу в їхньому досягненні. Оцінює власні можливості в реалізації цілей. Здійснює часткове планування діяльності	Формулює діагностичні цілі навчання й коригує їх для кожного учня відповідно до результатів діагностики (рівням сформованості компетентностей і освітніх потреб). Створює умови для прийняття учнем цілей навчання: пояснює їхню соціальну й індивідуальну значущість. Проводить аналіз програмного матеріалу й визначає роль варіативної частини базового навчального плану в досягненні поставлених цілей

Організаційно-виконавський	Приймає участь у поточному плануванні власної діяльності (вибирає курси за вибором, зміст навчального матеріалу для підготовки повідомлень, написання рефератів та ін., здійснює вибір форм і методів навчальної діяльності). Здійснює навчально-пізнавальну діяльність (виконує проекти, відвідує музеї, промислові підприємства, проводить комплексні дослідження природи та ін.). Здійснює рефлексію власної діяльності	Конструює особистісно-значущий для учнів і спрямований на формування ключових і предметної компетентностей зміст навчального матеріалу, що доповнює базовий курс фізики (національно-регіональний компонент), розробляє програми власних елективних курсів або вибирає потрібні програми в навчально-методичній літературі. Рационально організує навчально-пізнавальну діяльність школярів, добирає форми, методи і засоби її реалізації відповідно до освітніх потреб учнів. Створює комфортну навчальну атмосферу й сприятливий психологічний клімат, що допускає свободу вибору змісту й форм навчально-пізнавальної діяльності в межах варіативної частини базового навчального плану
Контрольно-оцінювальний	Приймає участь у контролі й аналізі власної діяльності. Здійснює самоконтроль й самооцінку своїх навчальних досягнень. Співвідносить її з оцінкою вчителя	Розробляє систему поточного, періодичного й підсумкового контролю. Залучає учнів до самоконтролю власної діяльності. Установлює й доводить до їх відома критерії самооцінки дій
Коригувальний	Аналізує результати попередньої діяльності. Визначає власні помилки й прогалини. Здобуває можливість корекції отриманих результатів і впевненість у їхньому поліпшенні. Проявляє інтерес і здійснює пошук ефективних змін у майбутній діяльності, здійснює її проектування	У процесі й за результатами навчально-пізнавального процесу пропонує учням оптимальні шляхи корекції їх діяльності. Стимулює їх до саморегуляції

Результативний компонент методичної системи компетентнісно орієнтованого навчання, що забезпечує ефективну реалізацію змісту базового курсу фізики, представляє освітні результати у проекції на компетентності як прояв застосування набутого пізнавального досвіду в конкретних життєвих ситуаціях [1].

Проектуючи систему цілей навчання (таксономію цілей), розроблену американським ученим Б. Блумом [2, с. 14], на предметну галузь «Фізика», охарактеризуємо рівні сформованості компетентностей учнів гімназії:

- 1) (низький) — оволодіння елементами системи фізичних знань і вмінь, усвідомлення основних понять і закономірностей перебігу природних явищ і процесів, виявлення готовності до засвоєння навчального матеріалу й задоволення власних освітніх потреб;
- 2) (задовільний) — здатність застосовувати здобуті знання і вміння в різних практичних ситуаціях на основі алгоритмічних способів діяльності, емоційно-ціннісне ставлення до тих або інших об'єктів, явищ, процесів;
- 3) (достатній) — самостійне застосування здобутих знань і вмінь, використання евристичних прийомів і способів діяльності на основі стійких і значущих цінностей та переконань;
- 4) (високий) — набуття нових знань і способів діяльності, розв'язування різноманітних життєво важливих проблем, виявлення власного творчого потенціалу, переосмислення світоглядного бачення та життєвого кредо на підставі узагальнення набутого досвіду.

Основними компонентами запропонованої моделі діяльності в процесі формування компетентностей є комплексна педагогічна діагностика, формулювання цілей навчання фізики, добір змісту навчального матеріалу, вибір форм навчально-пізнавальної діяльності, інтегроване оцінювання рівнів сформованості компетентностей, коригування й подальше проектування навчального процесу. Розроблена на основі принципів кваліметрії методика оцінювання навчальних досягнень дає змогу отримати об'єктивні результати за умови використання якісних і кількісних методів діагностики рівнів сформованості компетентностей учнів.

3.4. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕСТОВОГО ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СФОРМОВАНOSTІ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ФІЗИКИ

Виявлення рівня сформованості предметної компетентності учнів потребує комплексної контрольно-оцінювальної діяльності, у процесі якої використовуються різні види оцінювання освітніх результатів. Головним для компетентнісного підходу постає розкриття сутності предметного змісту на рівні здатності застосовувати здобуті знання і вміння, досвід

пізнавальної діяльності й набуті цінності у вирішенні життєво важливих практичних завдань.

Реалізації більшості функцій контролю сприяє використання педагогічних тестів. Якісний тест — це інструмент контрольно-оцінювальної діяльності вчителя, за допомогою якого об'єктивно вимірюється й оцінюється та ознака особистості, яка передбачена метою тестування [2.58; 14].

Здобуті в процесі навчання освітні результати характеризуються такими якісними ознаками, як рівень, глибина і міцність засвоєння навчального матеріалу, ступінь оволодіння предметною галуззю, усвідомлення світоглядних переконань і ціннісних орієнтацій тощо. Система цілей навчання (таксономія цілей), розроблена американським ученим Б. Блумом, нині вважається найвідомішою і найбільш технологічною в теорії педагогічних вимірювань. У когнітивній галузі засвоєння змісту навчального матеріалу класифікація Б. Блума ґрунтується на таких групах цілей (рівнях засвоєння): знання фактів, принципів, процесів у різних предметних галузях; розуміння сутності основних означень; застосування здобутих знань у різних пізнавальних ситуаціях; синтез як здатність поєднувати окремі елементи знань в ціле, що має нову якість; оцінювання як процедура зіставлення різних знань, що призводить до формування суджень і узагальнень про якість основних концептів певної предметної галузі [2.58; 14, 2.6; 31].

Оцінювання компетентностей передбачає не лише когнітивний, а й афективний аспект, тобто емоційно-ціннісну діяльність. В афективному аспекті контрольно-оцінювальної діяльності вчителя класифікація Б. Блума ґрунтується на таких групах цілей: сприймання, яке характеризується усвідомленням, готовністю і бажанням сприймати, вибірковою увагою; реагування, яке має різні прояви активності — підпорядкований та добровільний відгуки; засвоєння ціннісної орієнтації на рівні сприйняття та поширення на практичну діяльність у вигляді усталеної індивідуальної поведінки; відданість, переконаність у певному ідеалі. [2.63; 109—110].

Характеризуючи рівні сформованості компетентності учнів, слід урахувати як когнітивний, так і афективний аспекти навчальної діяльності учнів. Їх поєднання дає підстави визначити чотири рівні оволодіння компетентністю:

- 5) (низький) — учень володіє системою знань і вмінь певної предметної галузі, розуміє основні поняття і закони (закономірності) перебігу явищ і подій, вміє пояснювати їхню суть, виявляє готовність і бажання до сприймання навчального матеріалу й активно реагує на виклики щодо задоволення власних освітніх потреб;
- 6) (задовільний) — учень демонструє здатність застосовувати здобуті знання і вміння в різних практичних ситуаціях на основі алгоритмічних способів

діяльності, має певні світоглядні переконання і висловлює ціннісне ставлення до тих чи інших об'єктів, явищ, подій тощо;

- 7) (достатній) — учень проявляє самостійність у процесі застосування здобутих знань і вмінь у різних життєвих ситуаціях, використовуючи евристичні прийоми і способи діяльності, спираючись на сформовану систему стійких і значущих цінностей;
- 8) (високий) — учень здобуває нові знання і способи діяльності, розв'язує життєво важливі проблеми, демонструючи власний творчий потенціал на основі системи цінностей, переосмислює світоглядне бачення та життєве кредо на підставі узагальнення набутого досвіду.

Отже, рівні оволодіння компетентністю відображають органічну єдність когнітивних і афективних аспектів навчальної діяльності відповідно до цілей освіти, детермінованих компетентнісним підходом до навчання. Поділ на такі рівні умовний, оскільки не існує чіткої межі між рівнями засвоєння в таксономії цілей.

Педагогічний тест — це сукупність тестових завдань, підібраних і упорядкованих за певною логікою і метою. Він містить інструкцію, в якій зазначається, що треба робити в процесі його виконання. У ній надаються роз'яснення того, як треба виконувати тестові завдання різних форматів і наводяться приклади.

Тестові завдання мають особливості побудови як за стилем подання тексту, так і формою його викладу. Відповідно до цього бувають різні формати тестових завдань (за окремими дослідженнями їх налічують понад 40 [2.6]), які класифікують на кілька груп: *завдання закритої форми* (з множинним вибором відповіді), які найбільш поширені в педагогічній практиці і мають кілька форматів; *відкритої форми* (з короткою або розгорнутою відповіддю та на доповнення), які потребують самостійного запису відповіді; *на встановлення відповідності* між елементами двох множин; *з визначення правильної послідовності*, в яких вимагається встановити такий порядок дій чи суджень, який би відповідав істинному твердженню або вірогідному алгоритму діяльності.

У процесі навчання фізики значна увага надається розв'язуванню задач. Під час їх аналізу й розв'язування учні усвідомлюють основні фізичні закони й поняття, набувають уявлень про їхні характерні ознаки й межі використання, у них формуються навички застосування загальних законів матеріального світу для вирішення конкретних завдань, що мають практичне й пізнавальне значення. Уміння розв'язувати задачі є об'єктивним критерієм оцінки глибини й міцності засвоєння навчального матеріалу.

В основу кожної фізичної задачі покладено певні фундаментальні або часткові закони природи та їх наслідки. Тому, насамперед слід ре-

тельно розглянути проблему, представлену в умові задачі й дослідити приклади її вирішення на практиці.

Розв'язування значної кількості обчислювальних задач можна розділити на чотири етапи: а) аналіз умови та її наочна інтерпретація у вигляді схеми, малюнка, графіка або креслення; б) складання рівнянь, що пов'язують фізичні величини, які кількісно характеризують досліджуване явище; в) розв'язування системи рівнянь відносно шуканої величини; г) аналіз вірогідності отриманого результату.

Перший етап є певною мірою допоміжним й часто опускається, якщо фізичний процес, представлений в умові задачі, описується просто й доступно. Другий — застосування відомих законів і формул для математичного запису умови (складання системи рівнянь, якою описується досліджуваний фізичний процес) — найскладніший під час розв'язування майже всіх задач. У системі рівнянь невідомим слугує шукана величина і фізична задача зводиться до математичної. Подальше її розв'язування полягає в тому, щоб із системи рівнянь шляхом алгебраїчних перетворень знайти шукану величину, виразивши її через вхідні дані. Одержавши розрахункову формулу, слід проаналізувати її, тобто встановити функціональну залежність невідомої величини від вхідних даних. Після цього підставляють числові значення фізичних величин і здійснюють обчислення.

Усі задачі, незалежно від способу подання вхідних величин, слід розв'язувати в загальному вигляді. У такій формі розв'язку чітко прослідковується використання конкретних фізичних законів, а математичні викладення дають змогу перевірити будь-який етап розв'язку й виявити можливі помилки. Одержавши відповідь у вигляді алгебраїчної формули або рівняння, потрібно проаналізувати її вірогідність, з'ясувати характер та виявити інтервал зміни шуканої величини і встановити її функціональну залежність від вхідних даних. Крім того, зазначений спосіб розв'язку дає змогу відпрацювати навички й прийоми розв'язування задач з кожного розділу курсу фізики.

Щоб усвідомити умову задачі, потрібно накреслити схему, на якій розкрито її сутність, і, хоча б умовно, вказати величини, які характеризують дане явище. Якщо з'ясується, що для опису процесу треба використовувати величини, які не фігурують в умові задачі, їх потрібно ввести додатково.

Використовуючи фізичні закони й формули, встановлюють математичні залежності між величинами, залученими до розв'язування під час аналізу досліджуваного явища. У результаті одержимо одне або кілька

рівнянь, що містять як задані, так і невідомі величини, — фізична задача зводиться до математичної.

Перш ніж розв'язувати складену систему, переконуються в тому, що кількість невідомих в неї співпадає з кількістю рівнянь. Розв'язок розпочинають з виключення тих величин, які не потрібно знаходити за умовою задачі, й стежать щоб із кожною алгебраїчною дією їх кількість зменшувалася. Одержавши відповідь у загальному вигляді й проаналізувавши її, здійснюємо обчислення у певній системі одиниць вимірювання. Перевага зазвичай надається Міжнародній системі одиниць (СИ).

Підставивши числові значення величин у розрахункову формулу, здійснюють дії з їх найменуваннями, щоб переконатися, що результат представлено в одиницях вимірювання шуканої величини у вибраній системі. Виявивши найменування невідомої величини, здійснюють арифметичні розрахунки. Оскільки реальні числові значення фізичних величин є наближеними, тому потрібно користуватися правилами наближених обчислень, що заощаджує час, не втрачаючи точності. Одержавши числову відповідь, оцінюють її вірогідність.

У процесі розв'язування задач з різних розділів фізики окрім загальних правил враховують певні доповнення до них, пов'язані із специфікою навчального матеріалу. Наприклад, у розділі «Кінематика» шкільного курсу фізики розв'язуються задачі про рівномірний і рівноприскорений прямолінійний рухи однієї або кількох матеріальних точок, рух тіла по колу й задачі, пов'язані з обертанням твердого тіла.

Розв'язування задач з кінематики матеріальної точки базується на застосуванні законів руху. Рух матеріальної точки на площині повністю описаний, якщо відомо її радіус-вектор як функція від часу $\vec{r} = \vec{r}(t)$ $\vec{r} = \vec{r}(t)$ або дві скалярні функції $x=x(t)$ і $y=y(t)$, що представляють собою проекції векторного рівняння на осі прямокутної системи координат. Ці функції містять повну інформацію про рух тіла й дають змогу визначити його положення й швидкість у будь-який момент часу.

У процесі рівномірного прямолінійного руху закон руху тіла в інерціальних системах відліку виражається формулою $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t$ де $\vec{r}_0$ — радіус-вектор рухомого тіла на початку спостереження. Під час такого руху модуль вектора переміщення дорівнює пройденому шляху $\Delta r=S$ і закон руху виражається формулою $S=vt$. За допомогою цього рівняння й заданих допоміжних умов можна завжди представити задачі про рівномірний прямолінійний рух у вигляді кількох простих рівнянь.

Наведемо наступний порядок дій під час розв'язування подібних задач. Прочитавши умову, накреслимо схему, на якій вказано систему відліку й траєкторію руху тіла. Потім відобразимо задані й шукані від-

різки шляху, швидкості й час руху. Після цього встановимо зв'язок між величинами, відображеними на схемі, і запишемо у вигляді рівнянь додаткові умови задачі, які, як правило, виражають одні інтервали часу й відрізки шляху через інші.

Значні ускладнення в учнів викликають задачі про відносний рівномірний рух. Вдалий вибір системи відліку значно спрощує розв'язування і зводить математичні викладення до мінімуму. Так, наприклад, якщо в задачі задано рух кількох тіл і потрібно знайти їхню швидкість або переміщення одного відносно іншого, то варто розглядати рух в системі відліку, пов'язаній з одним із цих тіл. Якщо тіло нерухоме, то після вибору системи відліку потрібно визначити відносні швидкості й переміщення рухомих тіл. Потім складаються рівняння рівномірного руху й записуються додаткові формули.

Особливо потрібно виокремити задачі, де тіла одночасно беруть участь у кількох рухах. Аналізуючи умову, насамперед з'ясуємо, які із заданих кінематичних характеристик належать до абсолютного, переносного і відносного рухів. Складаючи рівняння, враховуємо щоб початок відліку часу був однаковим для всіх рухомих тіл.

Якщо рух тіла рівноприскорений ($a = \text{const}$), то закон руху виражається формулою $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{a t^2}{2}$, а швидкість $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$. Якщо вектори $\vec{a}$ і $\vec{v}_0$ колінеарні, то тіло рухається прямолінійно, якщо ні — рух здійснюється по параболі в площині, утвореній цими векторами.

Під час розв'язування задач рівняння руху $\vec{r}(t)$ і $\vec{v}(t)$ записують у скалярній формі, тобто проектують на осі прямокутної системи координат. Не порушуючи логіки розв'язання, початок координат можна завжди сполучити з положенням тіла в початковий момент часу, і тоді кінематичним векторним будуть відповідати скалярні рівняння координат: $x = v_{0x} t + a_x t^2/2$; $y = v_{0y} t + a_y t^2/2$ і проекцій швидкості тіла: $v_x = v_{0x} + a_x t$; $v_y = v_{0y} + a_y t$.

Проаналізувавши умову задачі, потрібно накреслити схему, на якій вказати траєкторію руху тіла, вектори швидкості і прискорень в певні моменти часу та встановити систему відліку. Початок координат завжди зручно розмішувати в початковій точці руху, а осі Ox і Oy направляти у бік руху тіл. Після цього слід відобразити координати рухомого тіла у визначені моменти часу й спроектувати вектори швидкостей і прискорень на осі Ox і Oy . Виконавши креслення потрібно виявити зв'язок між фізичними величинами, позначеними на схемі з використанням кінематичних формул координат і проекцій швидкостей та записати додаткові умови задачі.

У рівняннях координати й швидкості руху тіла, кинутого вертикально вгору, відображено загальну залежність y й v_y від часу. Вони істинні

не *лише* для сповільненого підйому вгору, а й подальшого рівноприскореного падіння, оскільки рух тіла після зупинки на мить у верхній точці траєкторії здійснюється з прискоренням g . Якщо тіло кинуте вертикально вгору із швидкістю v_0 то час $t_{\text{під}}$ і висота h_{max} його підйому дорівнюють відповідно $t_{\text{під}} = v_0/g$; $h_{\text{max}} = v_0^2/2g = gt_{\text{під}}^2/2$. Крім того, час падіння тіла у вихідну точку дорівнює часу підйому на максимальну висоту ($t_{\text{під}} = t_{\text{пад}}$), а швидкість падіння за модулем дорівнює початковій швидкості кидання ($v_{\text{пад}} = v_0$). Ці формули використовуються під час складання допоміжних рівнянь.

Рух тіл, кинутих під кутом до горизонту, можна розглядати як результат накладання двох одночасних прямолінійних рухів уздовж осей Ox і Oy , направлених паралельно й перпендикулярно поверхні Землі. Тоді розв'язування задач такого типу зручно розпочинати із знаходження проекцій вектора початкової швидкості на осі координат і складання відповідних рівнянь. Тіло, кинуте під кутом до горизонту за відсутності опору повітря й невеликої початкової швидкості летить по параболі й час руху вздовж осі Ox дорівнює часу руху вздовж осі Oy , оскільки обидва рухи здійснюються одночасно. Склавши повну систему кінематичних рівнянь, що описують рух, і перевіривши кількість невідомих (має дорівнювати кількості рівнянь), розв'язуємо її відносно шуканих величин.

Основна вимога, що пред'являється до розв'язування графічних задач, — це знання властивостей графіків елементарних функцій і вміння їх досліджувати. Зокрема, потрібно добре знати рівняння прямої й параболи, якими задано скалярні рівняння прискорення, швидкості, шляху й координати під час рівномірного й рівнозмінного рухів.

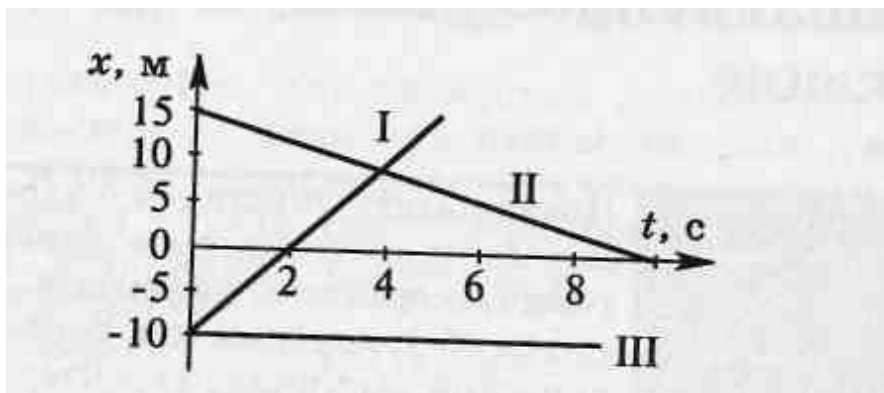
Першу групу графічних задач становлять такі, для яких надаються графіки залежності кінематичних величин від часу. Використовуючи їх, виявляють залежності між будь-якими іншими величинами. Приступаючи до розв'язування таких задач, з'ясовуємо характер досліджуваного руху, представляємо дану залежність у вигляді рівняння та будуємо її графік.

Другу групу становлять задачі, розв'язування яких передбачає відображення даних, заданих аналітично. Якщо умову такої задачі подано графічно, її подальший розв'язок полягає в тому, щоб знайти ту або іншу величину на побудованому графіку. Значна увага в задачах подібного типу надається раціональному вибору графіка, на якому можна наочніше представити умову задачі й простіше визначити невідому величину.

Наведемо приклади тренувальних тематичних тестів з розділів «Кінематика», «Динаміка» та «Закони збереження».

Завдання, які мають чотири варіанти відповідей із однією правильною.

1. На рисунку наведено графіки руху трьох тіл, що рухаються вздовж осі Ох. Виберіть правильне твердження.



А. Швидкість руху першого тіла збільшується.

Б. Швидкість руху другого тіла зменшується.

В. Третє тіло перебуває у спокої.

Г. Перше тіло рухається зі швидкістю 2,5 м/с.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є неправильним. Координата першого тіла залежить від часу лінійно. Лінійна залежність $x(t)$ означає, що за рівні проміжки часу тіло проходить однакові відстані, тобто рухається з постійною швидкістю: $v_x = \frac{x-x_0}{t} = \frac{0-(-10)}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Твердження Б є неправильним. За даними графіка знаходимо, що початкова координата другого тіла $x_0 = 15$ м, а кінцева через 10 с руху $x = 0$ м. Згідно із визначенням проекція швидкості руху другого тіла становить $v_x = \frac{x-x_0}{t} = \frac{0-15}{10} = -1,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$. Отже, друге тіло рухається з постійною швидкістю в напрямку, протилежному осі Ох.

Твердження В є правильним. Координата третього тіла ($x = -10$ м) із часом не змінюється. Отже, тіло перебуває у стані спокою.

Твердження Г є неправильним. Із графіка видно, що координата першого тіла змінюється за 2 с на 10 м (від -10 м до 0 м). Отже, швидкість його руху дорівнює $5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Відповідь: В.

2. Із міст А і В, відстань між якими становить 150 км, одночасно виїхали назустріч один одному прямою дорогою два автомобілі із швидкостями 60 і 40 км/год відповідно. Виберіть правильне твердження.

А. Перший автомобіль рухається відносно другого із швидкістю 100 км/год.

Б. Відстань між автомобілями зменшується на 100 км за кожну годину.

В. Автомобілі зустрінуться через 150 хв.

Г. Через 3 год після початку руху відстань між автомобілями дорівнюватиме половині початкової.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є правильним. Скористаймося правилом додавання швидкостей: швидкість $\vec{v}$ тіла в «нерухомій» системі відліку дорівнює геометричній сумі швидкостей $\vec{v}_1$ тіла в «рухомій» і швидкості $\vec{v}_2$ «рухомої» системи відносно «нерухомої»: $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$.

Позначимо $\vec{v}_1$ — швидкість руху першого автомобіля відносно Землі; $\vec{v}_2$ — другого автомобіля відносно Землі; $\vec{v}_1'$ — швидкість першого автомобіля відносно другого. Відповідно до правила додавання швидкостей $\vec{v}_1 = \vec{v}_1' + \vec{v}_2$, звідки знаходимо $\vec{v}_1' = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$. Оскільки автомобілі рухаються назустріч один одному, то в проекціях на вісь Ox одержуємо: $v_1' = v_1 - (-v_2) = v_1 + v_2$. Отже, $v_1' = 60 + 40 = 100$ ($\frac{\text{км}}{\text{год}}$).

Твердження Б є неправильним. За одну годину відстань між автомобілями зменшується на 100 км, тому що $S = v_1' t = 100 \cdot 1 = 100$ (км). Проте, зустрівшись, автомобілі вже віддалятимуться один від одного.

Твердження В є неправильним. Початкова відстань між автомобілями становить 150 км. Оскільки на початку руху автомобілі зближуються із швидкістю 100 км/год, то вони зустрінуться через $t = \frac{S}{v_1 + v_2} = \frac{150}{60 + 40} = 1,5$ (год), тобто через 90 хв.

Твердження Г є неправильним. Через 1,5 год після початку руху автомобілі зустрінуться, потім віддалятимуться один від одного із швидкістю 100 км/год. Отже, через наступні 1,5 год (3 год після початку руху) відстань між автомобілями становитиме 150 км.

Відповідь: А.

3. Людина піднімає вантаж з постійною швидкістю. Виберіть правильне твердження.

А. Людина виконує від'ємну роботу.

Б. Робота сили тяжіння є додатною.

В. Потенціальна енергія вантажу зменшується.

Г. Чим вища швидкість руху вантажу, тим більшу потужність розвиває людина.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є неправильним. Якщо напрямок сили F збігається з напрямком переміщення s , то робота сили $A = Fs$, а якщо сила направлена протилежно переміщенню, то $A = -Fs$. Отже, робота сили може бути

як додатною, так і від'ємною. Сила, прикладена до вантажу, направлена вгору, тому під час піднімання вантажу робота людини — додатна.

Твердження Б є неправильним. Сила тяжіння направлена вниз, тому під час піднімання вантажу робота сили тяжіння від'ємна.

Твердження В є неправильним. Потенціальна енергія тіла, піднятого над землею на висоту h , дорівнює mgh . Отже, чим вище, тим більша потенціальна енергія тіла.

Твердження Г є правильним. Як відомо, потужністю P називається відношення виконаної роботи A до проміжку часу t , за який її виконано: $P = \frac{A}{t}$. Якщо сила направлена вздовж переміщення, то її робота $A = Fs$. Підставляючи цей вираз у формулу потужності, одержуємо $P = \frac{Fs}{t} = Fv$, тобто потужність дорівнює добутку сили і швидкості. Отже, чим вища швидкість вантажу, тим більшу потужність розвиває людина.

Відповідь: Г.

4. Камінь падає без початкової швидкості. Опором повітря нехтуємо. Виберіть правильне твердження.

А. Імпульс каменя збільшується.

Б. Потенціальна енергія каменя збільшується.

В. Кінетична енергія каменя зменшується.

Г. Робота сили тяжіння від'ємна.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є правильним. Як відомо, імпульсом тіла $\vec{p}$ називається векторна величина, яка дорівнює добутку його маси і швидкості руху: $\vec{p} = m\vec{v}$. Коли тіло взаємодіє з іншими, то воно рухається з прискоренням, тобто його швидкість, а отже, й імпульс змінюються. Оскільки імпульс $m\vec{v}$ пропорційний швидкості руху тіла, а під час падіння каменя його швидкість зростає, то імпульс каменя збільшується.

Твердження Б є неправильним. Вид механічної енергії, що визначається взаємодією тіл, називається потенціальною. З цього визначення випливає, що його можна застосувати лише до системи взаємодіючих тіл. Наприклад, потенціальна енергія піднятого вантажу — це енергія системи взаємодіючих тіл «вантаж + Земля», а потенціальна енергія деформованої пружини — енергія взаємодії атомів металу. Якщо прийняти за нульовий — рівень потенціальної енергії на поверхні Землі, то енергію системи взаємодіючих тіл «вантаж + Земля» можна записати у вигляді $E_n = mgh$. Отже, із зменшенням висоти потенціальна енергія каменя зменшується.

Твердження В є неправильним. Вид механічної енергії, що визначається рухом тіла, називається кінетичною. Кінетичну енергію тіла обчислюють за формулою $E_k = \frac{mv^2}{2}$, де m — маса тіла, v — швидкість його

руху. Кінетична енергія тіла тим більша, чим вища його швидкість, а під час падіння каменя його швидкість збільшується.

Твердження Г є неправильним. Під час піднімання вантажу масою m на висоту h сила тяжіння виконує від'ємну роботу, яка дорівнює $-mgh$, тому потенціальна енергія системи «вантаж + Земля» збільшується на mgh . Оскільки сила тяжіння направлена вниз, то під час падіння каменя вона виконує додатну роботу.

Відповідь: А.

5. Турист виїхав із міста прямою дорогою на велосипеді із швидкістю 25 км/год. У дорозі велосипед зламався і далі турист пішов пішки із швидкістю 5 км/год. Виберіть правильне твердження.

А. Якщо рух на кожній ділянці шляху потребує однакового часу, то середня швидкість туриста дорівнює середньому арифметичному значенню швидкостей на різних ділянках.

Б. Якщо турист їхав і йшов однаковий час, то середня швидкість його руху менша, ніж тоді, коли він проїхав і пройшов однакову відстань.

В. Якщо турист першу половину часу їхав, а іншу — йшов, то середня швидкість руху на всьому шляху дорівнює 20 км/год.

Г. Якщо турист половину шляху їхав і половину йшов, то середня швидкість руху на всьому шляху дорівнює 15 км/год.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є правильним. Згідно з визначенням середня швидкість нерівномірного руху — це швидкість такого рівномірного руху, під час якого тіло здійснює таке ж переміщення за той самий час, що й за умови нерівномірного $v_{\text{сеп}} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}$.

Якщо турист їхав протягом часу $t_1 = \frac{t}{2}$ і такий самий час $t_2 = \frac{t}{2}$ йшов пішки, то він проїхав шлях $l_1 = v_1 t_1$, а пройшов — $l_2 = v_2 t_2$. Звідси знаходимо середню швидкість руху $v_{\text{сеп}} = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t} = \frac{v_1 \frac{t}{2} + v_2 \frac{t}{2}}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2}$.

Твердження Б є неправильним. Якщо турист проїхав шлях $l_1 = \frac{l}{2}$ і такий самий шлях $l_2 = \frac{l}{2}$ пройшов пішки, то їхав він протягом часу $t_1 = \frac{l_1}{v_1}$, а йшов час $t_2 = \frac{l_2}{v_2}$. Оскільки $t = t_1 + t_2$, то $v_{\text{сеп}} = \frac{l}{t_1 + t_2} = \frac{l}{\frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2}} = \frac{l}{\frac{l}{2v_1} + \frac{l}{2v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$. Отже, $\frac{v_1 + v_2}{2} > \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$.

Твердження В є неправильним. Оскільки $v_{\text{сеп}} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Твердження Г є неправильним. Оскільки $v_{\text{сеп}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = 8,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Відповідь: А.

6. У нерухомому ліфті на пружинних вагах підвішено вантаж. Виберіть правильне твердження.

А. Якщо ліфт почне рухатись із прискоренням, направленим угору, маса вантажу збільшиться.

В. Сила тяжіння, що діє на вантаж, не змінюється, хоч яким є характер руху ліфта.

В. Якщо ліфт почне рухатись із прискоренням, направленим угору, покази ваг зменшаться.

Г. Якщо ліфт почне рухатись із прискоренням, направленим униз, покази ваг збільшаться.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є неправильним. Маса — це характеристика самого тіла, отож вона не залежить від характеру його руху.

Твердження Б є правильним. Сила тяжіння $\vec{F}_T = m\vec{g}$ визначається взаємним розташуванням тіла і Землі й не залежить від характеру його руху.

Твердження В є неправильним. Знайдемо, чому дорівнює вага тіла, яке рухається з прискоренням. Розглянемо, які сили діють на тіло, що лежить на підставці, котра рухається з прискоренням $\vec{a}$, направленим угору. На тіло діють дві сили (рис. 2.5.1): сила тяжіння $m\vec{g}$ і пружності $\vec{N}$, що діє з боку опори. На підставку діє сила $\vec{P}$ — вага тіла.

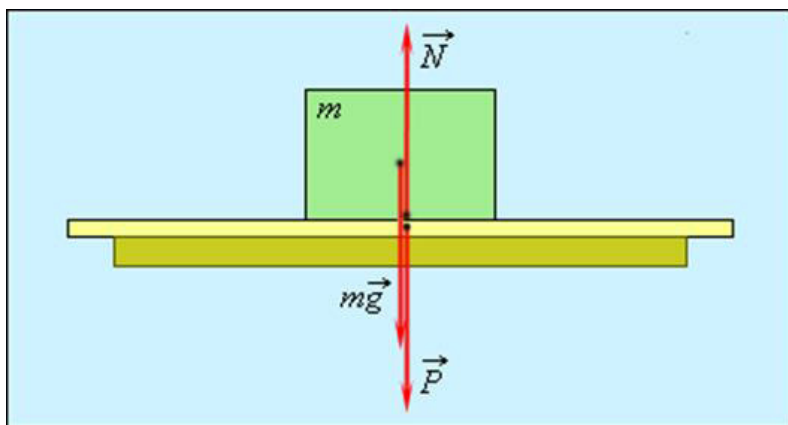


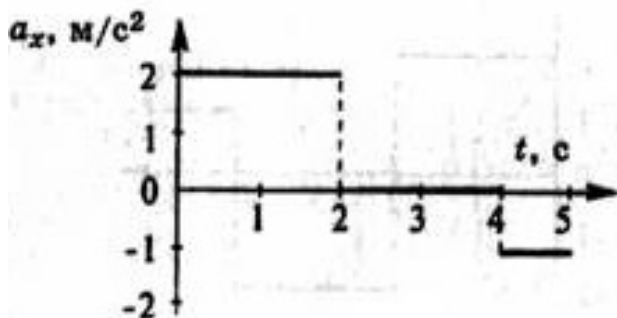
Рис. 2.5.1. Сили, що діють на тіло на підставці

Сили $m\vec{g}$ і $\vec{N}$ не врівноважують одна одну, бо їх рівнодійна $m\vec{g} + \vec{N}$ надає тілу прискорення $\vec{a}$. Згідно другого закону Ньютона $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$, згідно третього закону Ньютона $\vec{N} = -\vec{P}$, тому $m\vec{a} = m\vec{g} - \vec{P}$. Звідси одержуємо, що вага тіла, яке рухається з прискоренням $\vec{a}$, виражається формулою $\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a})$. Наголосимо, що вага тіла залежить лише від прискорення і не залежить від його швидкості. Якщо прискорення руху тіла направлене вгору, то $|\vec{g} - \vec{a}| = g + a$, тому $P = m(g + a)$, тобто вага за модулем більша, ніж сила тяжіння mg .

Твердження Г є неправильним. Якщо прискорення руху направле-
не вниз (і менше від прискорення вільного падіння), то $|\vec{g} - \vec{a}| = g - a$
. Тому $P = m(g - a) < mg$, тобто вага тіла за модулем менша, ніж сила
тяжіння mg .

Відповідь: Б.

7. На рисунку наведено графік проекції прискорення тіла, що рухається
вздовж осі Ox ($v_0 = 0$). Виберіть правильне твердження.



- А. Протягом перших двох секунд тіло рухається рівномірно.
Б. Після другої впродовж 2 с тіло рухається з постійною швидкістю.
В. Протягом п'ятої секунди тіло рухається з постійною швидкістю.
Г. Протягом перших двох секунд тіло перебуває в стані спокою.
Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є неправильним. Згідно з визначенням рівномірного
руху (прямолінійним рівномірним рухом називається рух, коли тіло за
будь-які рівні проміжки часу здійснює однакові переміщення) швидкість
тіла $v_x = \text{const}$. Тоді $v_x = a_x t$ (або $v_x = 2t$), тобто швидкість руху збіль-
шується. Отже, — це рівноприскорений рух.

Твердження Б є правильним. Розпочинаючи з другої секунди, про-
тягом наступних 2 с прискорення руху тіла дорівнює нулю, тобто тіло ру-
хається з постійною швидкістю (або перебуває в стані спокою).

Твердження В є неправильним. На цій ділянці шляху проекція при-
скорення тіла $a_x = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, тобто швидкість його руху за 1 с руху зміню-
ється на 1 м/с.

Твердження Г є неправильним. Протягом перших двох секунд швид-
кість руху тіла змінюється за законом $v_x = 2t$, тому перебувати в стані
спокою воно не може.

Відповідь: Б.

8. Штучний супутник рухається навколо Землі коловою орбітою. Виберіть
правильне твердження.

А. Швидкість супутника направлена до центру Землі.

Б. Супутник рухається з постійним за модулем і напрямком прискоренням.

В. Якщо супутник рухається на висоті h над поверхнею Землі, його швидкість $v = \sqrt{2R_3g}$.

Г. Супутник притягує Землю з такою самою за модулем силою, з якою Земля притягує супутник.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є неправильним. Під час рівномірного руху по колу швидкість тіла направлена по дотичній до нього.

Твердження Б є неправильним. Під час рівномірного руху по колу прискорення залишається незмінним за модулем, але змінюється за напрямком, тому що воно завжди направлене до центра кола.

Твердження В є неправильним. Земля притягує, розташоване на її поверхні тіло, масою m із силою $F_T = G \frac{mM_3}{R_3^2}$, де M_3 — маса Землі, R_3 — її радіус. Але сила тяжіння $F_T = mg$. Порівнюючи ці вирази, одержуємо $g = G \frac{M_3}{R_3^2}$. На висоті h над поверхнею Землі прискорення вільного падіння $g' = G \frac{M_3}{(R_3+h)^2}$. Сила тяжіння надає супутникові доцентрового прискорення $a = \frac{mv^2}{(R_3+h)}$. Відповідно до другого закону Ньютона $F = ma$, тому $mg' = \frac{mv^2}{(R_3+h)}$. Звідси випливає: $v = \sqrt{g'(R_3+h)} = \sqrt{G \frac{M_3}{(R_3+h)^2} (R_3+h)} = \sqrt{G \frac{M_3}{(R_3+h)}}$.

Твердження Г є правильним. Відповідно до третього закону Ньютона Земля і супутник діють одне на одного із силами рівними за модулем.

Відповідь: Г.

9. Тіло вільно падає вертикально вниз із висоти 20 м без початкової швидкості. Виберіть правильне твердження.

А. Час падіння перевищує 2,5 с.

Б. Середня швидкість руху тіла на всьому шляху менше 8 м/с.

В. Середня швидкість руху тіла на другій половині шляху менше 12 м/с.

Г. Шлях, пройдений тілом за останню секунду падіння, менше 16 м.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є неправильним. Згідно з визначенням падіння тіла в умовах, коли опором повітря можна знехтувати, називають вільним.

Під час вільного падіння без початкової швидкості $h = \frac{gt^2}{2}$. Звідки знаходимо $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} = \sqrt{4} = 2$ (с).

Твердження Б є неправильним. Середня швидкість тіла під час рівноприскореного руху $v_{\text{ср } x} = \frac{v_{0x} + v_x}{2}$. Відповідно до умови початкова швидкість дорівнює нулю, а проекція кінцевої швидкості $v_x = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} = 20$ ($\frac{м}{с}$).

. Отже, середня швидкість руху тіла на всьому шляху дорівнює $v_{\text{сер}} = \frac{0+20}{2} = 10 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$.

Твердження В є неправильним. Середню швидкість руху обчислюємо за формулою $v_{\text{сер}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$, де v_1 — швидкість тіла на висоті 10 м (половина пройденого шляху), v_2 — кінцева швидкість. Тоді $v_1 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 10} = 10\sqrt{2} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$, а $v_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Отже, середня швидкість руху на другій половині шляху дорівнює приблизно 17 м/с.

Твердження Г є правильним. За 1 с тіло пройшло шлях 5 м. Тоді за останню секунду руху тіло пролетить відстань $20 \text{ м} - 5 \text{ м} = 15 \text{ м}$.

Відповідь: Г.

10. Автомобіль рухається з постійною за модулем швидкістю горизонтальною трасою, що має форму кола. Виберіть правильне твердження.

А. Автомобіль рухається без прискорення.

Б. Прискорення руху автомобіля направлене по дотичній.

В. Рівнодійна всіх сил, що діють на автомобіль, направлена по радіусу від центра кола.

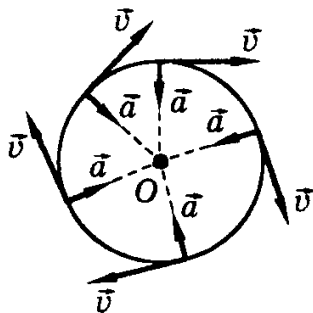
Г. Прискорення надається автомобілю силою тертя і направлене до центра кола.

Обґрунтування вибору відповіді.

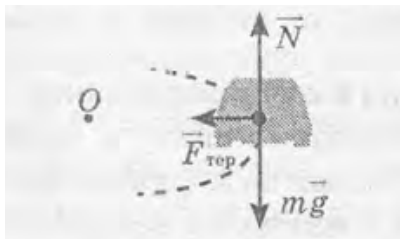
Твердження А є неправильним. Під час руху по колу, як і будь-якого криволінійного руху, напрямок швидкості змінюється з часом. А якщо швидкість руху тіла змінюється, хоча б лише за напрямком, то тіло рухається з прискоренням.

Твердження Б є неправильним. Під час рівномірного руху по колу прискорення тіла направлене до центра кола.

Твердження В є неправильним. На повороті автомобіль рухається з доцентровим прискоренням $\vec{a}$, направленим по горизонталі до центра кола О.



Твердження Г є правильним. Автомобіль може рівномірно рухатися по колу лише тоді, якщо рівнодійна всіх сил, що діють на нього, направлена до центра кола. З усіх сил, що діють на автомобіль, до центра кола направлена лише сила тертя спокою, яка діє на колеса автомобіля з боку дороги.



Відповідь: Г.

11. Камінь і м'яч розташовані на висоті 5 м. Імпульс і кінетична енергія каменя дорівнюють 8 кг м/с і 16 Дж відповідно, а імпульс і кінетична енергія м'яча 8 кг м/с і 32 Дж. Опором повітря нехтуємо. Виберіть правильне твердження.

- А. Маса м'яча більша, ніж каменя.
 Б. У початковий момент швидкість руху каменя більша, ніж м'яча.
 В. У початковий момент потенціальна енергія каменя у 2 рази більша, ніж м'яча.

Г. Під час падіння на землю швидкість руху м'яча менша, ніж каменя.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є неправильним. Запишемо систему рівнянь. Для каменя: $mv = 8$; $\frac{mv^2}{2} = 16$, м'яча: $mv = 8$; $\frac{mv^2}{2} = 32$. Підставляючи значення маси у формулу кінетичної енергії, знаходимо: $m_k = 2$ кг, $m_m = 1$ кг.

Твердження Б є неправильним. Знаючи масу каменя та м'яча ($m_k = 2$ кг, $m_m = 1$ кг), можна знайти початкові швидкості їхнього руху: $v_{0k} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $v_{0m} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Оскільки під час рівномірного руху по колу прискорення тіла направлене до його центра, то рівнодійна всіх сил, прикладених до автомобіля, теж направлена до центра кола.

Твердження В є правильним. Як відомо, вид механічної енергії, що визначається взаємодією тіл, називається потенціальною. Якщо вважати нульовим рівень потенціальної енергії на поверхні Землі, то для системи «тіло + Земля» можна записати — $E_p = mgh$. Тому потенціальна енергія каменя дорівнює 100 Дж, а м'яча — 50 Дж. Як бачимо, потенціальна енергія каменя у 2 рази більша, ніж м'яча.

Твердження Г є неправильним. Порівняємо швидкості руху каменя та м'яча під час падіння на землю. Скористаймося законом збереження енергії (якщо між тілами замкненої системи діють лише сили тяжіння

та пружності, механічна енергія системи зберігається: $E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = \text{const}$):

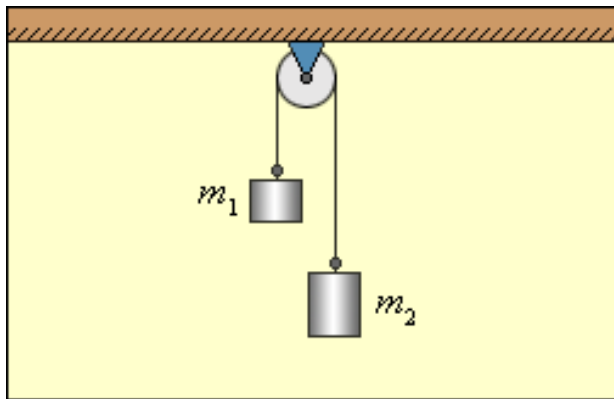
$mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$, де v — швидкість руху тіла під час падіння на землю. Тоді

$mgh = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{m}{2}(v^2 - v_0^2)$, звідки $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$. Для каменя одержу-

ємо $v_{\text{к}} = \sqrt{4^2 + 2 \cdot 10 \cdot 5} = \sqrt{116}$ а м'яча — $v_{\text{м}} = \sqrt{8^2 + 2 \cdot 10 \cdot 5} = \sqrt{164}$. Отже, під час падіння на землю швидкість м'яча більша ніж каменя.

Відповідь: В.

12. Тягарці масами m_1 і m_2 з'єднані нерозтяжною ниткою, перекинutoю через нерухомий блок, причому $m_2 = 2m_1$. Виберіть правильне твердження.



А. Модуль переміщення першого тягарця дорівнює модулю переміщення другого.

Б. Сила натягу нитки в точці під'єднання першого тіла менша, ніж другого.

В. Модуль прискорення руху першого тягарця менший, ніж другого.

Г. Вага першого тягарця менша за вагу другого.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є правильним. Оскільки нитка не розтягується, модулі переміщень тягарців за будь-який проміжок часу рівні: на скільки опустився один тягарець, на стільки ж піднявся інший.

Твердження Б є неправильним. Згідно з третім законом Ньютона сили, з якими тіла взаємодіють, рівні за модулем, протилежні за напрямком і мають одну й ту ж фізичну природу. Сила натягу нитки однакова в будь-якому її перерізі, тобто вона діє на кожний із тягарців з однією й тією самою (за модулем) силою. У даному випадку сили збігаються й за напрямком (обидві направлені вгору), тому позначають їх однаково: $\vec{T}$.

Твердження В є неправильним. Якщо модулі переміщень тягарців однакові, то однакові й модулі їх швидкостей. А звідси випливає, що однакові також модулі прискорень тягарців. Оскільки тягарці рухаються в

протилежних напрямках, то їх швидкості руху $\vec{v}_1$ і $\vec{v}_2$ та прискорення $\vec{a}_1$ і $\vec{a}_2$ задовольняють співвідношенням $\vec{v}_1 = -\vec{v}_2$ і $\vec{a}_1 = -\vec{a}_2$.

Твердження Г є неправильним. Щоб знайти вагу кожного тягарця, досить з'ясувати, що вага — це сила, з якою тягарець розтягує підвіс. Отже, вага кожного з них дорівнює за модулем силі натягу питки: $P_1 = P_2 = T$. Тягарці різної маси мають різну вагу, адже обидва рухаються з прискоренням, причому їхні прискорення направлені так, що вага масивнішого з них менша за силу тяжіння, а менш масивного — більша: $P_2 = 2m(g - a)$ і $P_1 = m(g + a)$.

Відповідь: А.

13. Вагонетка масою m_1 , яка рухається із швидкістю v , налітає на нерухому вагонетку масою m_2 . Опором руху можна знехтувати. Виберіть правильне твердження.

А. Якщо зіткнення є пружним і $t_1 = t_2$, перша вагонетка після зіткнення зупиниться.

Б. Під час пружного зіткнення виконується лише закон збереження енергії.

В. Якщо зіткнення є непружним і $t_1 < t_2$, кінцева швидкість руху обох вагонеток буде більше ніж $v/2$.

Г. Якщо зіткнення є непружним і $m_1 = m_2 = m$, механічна енергія вагонеток зменшиться на $\frac{mv^2}{2}$.

Обґрунтування вибору відповіді.

Твердження А є правильним. Пружним зіткненням (ударом) називають таке, під час якого зберігається механічна енергія. У системі відліку, у якій друга вагонетка до зіткнення перебуває в стані спокою, направимо вісь Ox паралельно швидкості руху $\vec{v}$ першої вагонетки до зіткнення. Позначимо проекції швидкостей руху вагонеток на цю вісь після зіткнення u_1 і u_2 . Із законів збереження імпульсу й енергії маємо $m_1 v = m_1 u_1 + m_2 u_2$ та $\frac{m_1 v^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$. Якщо $t_1 = t_2$, то $v = u_1 + u_2$, $v^2 = u_1^2 + u_2^2$. Піднесемо перше рівняння до квадрата $v^2 = u_1^2 + 2u_1 u_2 + u_2^2$, віднявши від нього друге, маємо $u_1 u_2 = 0$. Отже, записана система рівнянь має два розв'язки: $u_1 = v$, $u_2 = 0$ (зіткнення не відбулося) і $u_1 = 0$, $u_2 = v$ (відбувся «обмін» швидкостями). Якщо вагонетка налітає на нерухому такої ж маси, то вона зупиняється, передавши їй власний імпульс і кінетичну енергію.

Твердження Б є неправильним. Для розв'язування завдань про пружні зіткнення застосовують закони збереження імпульсу і механічної енергії. Під час непружного удару імпульс зберігається, а механічна

енергія — ні: частина її перетворюється у внутрішню (після зіткнення тіла нагріваються).

Твердження В є неправильним. Якщо зіткнення непружне, то після нього вагонетки рухатимуться як одне тіло масою $m_1 + m_2$. Згідно із законом збереження імпульсу $m_1 v = (m_1 + m_2)u$, де u — швидкість руху вагонеток після зіткнення. Звідси $u = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v$ або $u = \frac{1}{1 + \frac{m_2}{m_1}} v$. Якщо $m_1 < m_2$, то $\frac{m_2}{m_1} > 1$ і $1 + \frac{m_2}{m_1} > 2$. Отже, $u < \frac{v}{2}$, тобто кінцева швидкість обох вагонеток буде менше ніж $\frac{v}{2}$.

Твердження Г є неправильним. Якщо зіткнення непружне і при цьому $m_1 = m_2 = m$, то після зіткнення вагонетки рухатимуться як одне тіло масою $2m$. Згідно із законом збереження імпульсу $m_1 v = (m_1 + m_2)u = 2mu$ або $u = \frac{v}{2}$. До зіткнення кінетична енергія вагонеток дорівнювала $\frac{mv^2}{2}$ (друга вагонетка перебувала в стіні спокою), а після зіткнення — $\frac{2mu^2}{2}$. З огляду на те, що $u = \frac{v}{2}$, одержуємо, що кінетична енергія вагонеток після зіткнення становить $\frac{mv^2}{4}$. Тоді зміна кінетичної енергії вагонеток дорівнює $\frac{mv^2}{4} - \frac{mv^2}{2} = -\frac{mv^2}{4}$, тобто механічна енергія вагонеток зменшиться на $\frac{mv^2}{4}$.

Відповідь: А.

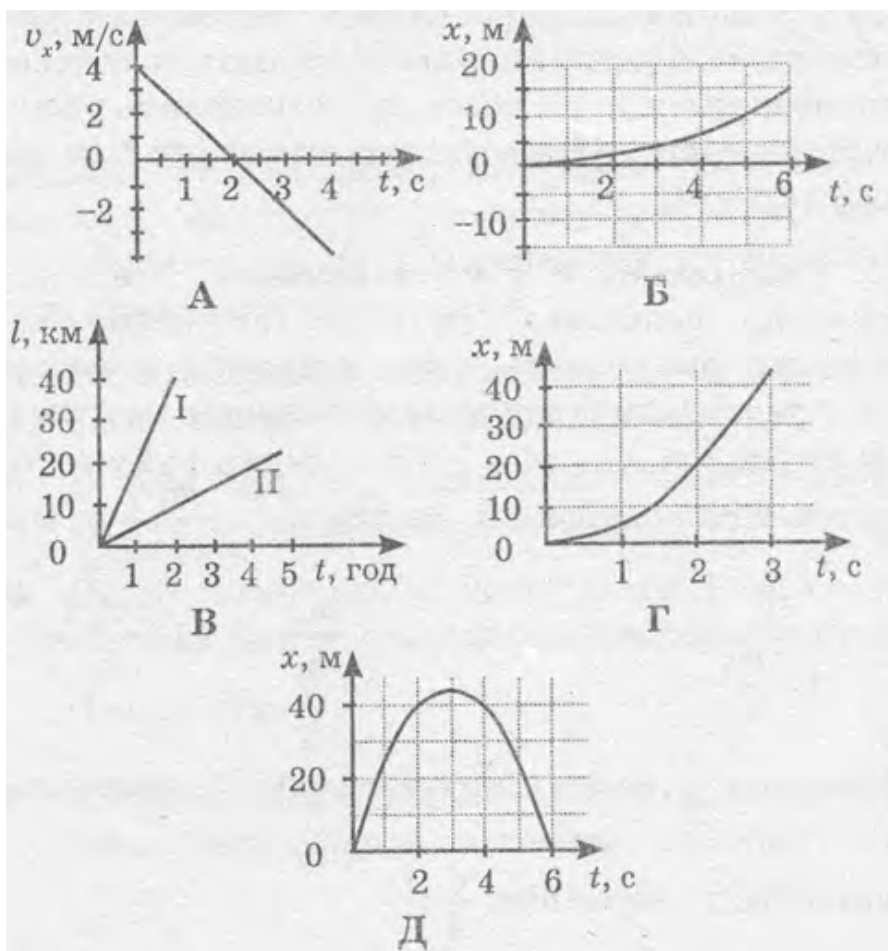
Завдання, метою яких є встановлення відповідності (логічні пари). До кожного твердження, позначеного цифрою, виберіть твердження, позначене літерою.

14. Установіть відповідність між законами динаміки та їх математичною формою запису.

Другий закон Ньютона.	$F_x = -kx$.
Третій закон Ньютона.	$\vec{F} = m\vec{a}$.
Закон всесвітнього тяжіння.	$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$.
Закон Гука.	$g = G \frac{M_{\oplus}}{R_{\oplus}^2}$.
	$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$.

Відповідь: 1—Б, 2—Д, 3—В, 4—А.

15. Установіть відповідність між видами руху і графіками кінематичних величин (див. рисунок).
- Рівномірний рух.
 - Рівноприскорений рух ($a_x > 0$).
 - Рівноприскорений рух ($a_x < 0$).
 - Вільне падіння.



Обґрунтування вибору відповіді.

1. У кожний момент часу рухома точка може перебувати лише на траєкторії в одному певному положенні. Тому її віддалення від початку координат є функцією часу. Залежність між змінними l і t визначається рівнянням $l = f(t)$. Графік цього рівняння — пряма лінія, що проходить через початок координат (В).
2. Залежність координати від часу під час рівноприскореного руху має вигляд $x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$. Оскільки координата x пропорційна t^2 , то графік залежності $x(t)$ має вигляд параболи (Б).
3. Тіло рухається рівноприскорено, тому графік $v_x(t)$ — відрізок прямої. Отже, $v_x(t) = v_{0x} + a_x t$. Проекція початкової швидкості $v_{0x} = 4$ м/с. У момент

$t=2$ с проекція швидкості дорівнює нулю $v_x(2) = 4 + a_x = 0$. Звідси знаходимо: $a_x = -2$ м/с² (А).

4. Зручно сумістити початок координат із початковим розташуванням тіла й направити вісь Ox вниз; тоді проекції прискорення, швидкості й переміщення будуть додатними. Оскільки $x_0 = 0$, одержуємо: $x = \frac{gt^2}{2}$, або $x = 5t^2$ (Г).

Відповідь: 1—В, 2—Б, 3—А, 4—Г.

16. Установіть відповідність між деякими умовами (або властивостями) та їх обґрунтуванням.

1. Умова, за якої імпульс тіла не змінюється.
2. Умова виконання закону збереження імпульсу.
3. Умова, за якої робота певної сили дорівнює нулю.
4. Для яких сил можна визначати потенціальну енергію.

А. Система тіл, які взаємодіють, має бути замкнутою, тобто тіла цієї системи взаємодіють лише одне з одним, а не взаємодіють з іншими, які не належать цій системі.

Б. Крім сил тяжіння та пружності, між тілами системи діє сила тертя.

В. Для сил, робота яких під час руху замкнутою траєкторією дорівнює нулю.

Г. Рівнодійна всіх сил, що діють на тіло, дорівнює нулю.

Д. Переміщення тіла дорівнює нулю.

Обґрунтування вибору відповіді.

1. Другий закон Ньютона можна записати у вигляді: $\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{(\vec{v} - \vec{v}_0)}{\Delta t} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$. Звідки знаходимо $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$. Отже, зміна імпульсу тіла дорівнює нулю лише тоді, коли рівнодійна $\vec{F}$ сил, які діють на нього, дорівнює нулю (Г).
2. Згідно із законом збереження імпульсу геометрична сума імпульсів тіл, що утворюють замкнену систему, залишається незмінною під час будь-якої взаємодії тіл цієї системи між собою: $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2' + \dots + m_n \vec{v}_n'$. Цей закон виконується за умови, що система взаємодіючих тіл замкнена, тобто тіла взаємодіють лише одне з одним і не взаємодіють з іншими, які цій системі не належать (А).
3. Якщо на тіло діє стала сила $\vec{F}$, направлена вздовж переміщення, то її робота $A = Fs$. Якщо переміщення тіла дорівнює нулю, то робота сили також дорівнює нулю, хоча б якою великою вона не була (Д).
4. Зміна потенціальної енергії вимірюється роботою, яку може виконати система тіл під час зміни їхнього взаємного розташування. Якщо всі тіла системи повертаються у початкове положення, то її потенціальна енергія не змінюється. Тому її визначають лише для сил, робота яких під час руху замкнутою траєкторією дорівнює нулю. А цій умові задовольняють лише дві з досліджуваних у механіці сил — тяжіння та пружності (В).

Відповідь: 1—Г, 2—А, 3—Д, 4—В [2.61].

Отже, у контрольно-оцінювальній діяльності вчителя все частіше використовуються педагогічні тести, оскільки ними забезпечуються вірогідність і порівнянність освітніх результатів учнів, усебічність і об'єктивність оцінювання їхньої навчальної діяльності. Завдання тестів мають містити описання інструктивних вказівок щодо виконання й правил оцінювання відповіді та підлягати певним критеріям і статистичним вимогам — валідність, надійність, складність, диференціююча здатність тощо.

ВИРОБНИЧО - ПРАКТИЧНЕ ВИДАННЯ

Головко Микола Васильович,
Засєкін Дмитро Олександрович,
Крячко Іван Павлович,
Мацюк Віктор Михайлович,
Мельник Юрій Степанович,
Непорожня Лідія Вікторівна,
Сіпій Володимир Володимирович

МЕТОДИКА КОМПЕТЕНТІСНО ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ

методичний посібник

Обкладинка - Лук'яненко Л.
Верстка – Коломієць А.

(Електронне видання)
Обсяг 18,562 авт. арк.

Віддруковано у ТОВ “КОНВІ ПРІНТ”.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК №6115, від 29.03.2018 р.
03680, м. Київ, вул. Антона Цедіка, 12,
тел. +38 044 332-84-73.