

ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК

Мельник Ю.С., Сіпій В.В

**Формування предметної компетентності старшокласників
у процесі навчання фізики**

Методичний посібник

Київ
КОНВІ ПРІНТ
2018

УДК 373.5.016:53](072)

*Рекомендовано до друку вченою радою
Інституту педагогіки НАПН України
(протокол № 11 від 27.11.2017 р.)*

Рецензенти:

Вовкотруб В.П., доктор педагогічних наук, професор кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка

Тарара А.М., кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, доцент, завідувач відділу технологічної освіти Інституту педагогіки НАПН України

Гречанівський О.Є., кандидат фізико-математичних наук, вчитель фізики та інформатики спеціалізованої школи № 2 ім. Д. Карбишева з поглибленим вивченням предметів природничого циклу Подільського району міста Києва

Мельник Ю.С., Сіпій В.В. Формування предметної компетентності старшокласників у процесі навчання фізики. / Ю.С. Мельник, В.В. Сіпій. – К:ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. – 136 с.: іл.

ISBN 978-617-7724-10-9

У методичному посібнику розглядаються теоретичні й практичні питання методики компетентісно орієнтованого навчання фізики учнів старшої школи на профільному рівні. Розглянуто особливості формування предметної компетентності засобами фізичних задач. Науково-методичний апарат посібника розроблено із урахуванням сучасних підходів до фізичної освіти. Призначено вчителям загальноосвітніх шкіл, студентам вищих педагогічних навчальних закладів, слухачам установ післядипломної педагогічної освіти.

УДК 373.5.016:53](072)

ISBN 978-617-7724-10-9

© Мельник Ю.С., Сіпій В.В., 2018
© КОНВІ ПРІНТ, 2018

Зміст

Вступ.....	5
Розділ I. Компетентнісно орієнтоване навчання фізики на профільному рівні в старшій школі.....	6
1.1 Поняття про ключові та предметну компетентності з фізики.....	6
1.2 Оновлення змісту курсу фізики старшої школи на засадах компетентнісного підходу.....	17
1.3 Використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі формування компетентностей учнів.....	28
1.4 Формування у старшокласників політехнічного складника предметної компетентності з фізики.....	37
Розділ II. Формування предметної компетентності учнів засобами фізичних задач.....	57
2.1. Розв’язування фізичних задач як складова методики формування предметної компетентності.....	57
2.2. Компетентнісно орієнтована система вправ у підручниках фізики старшої школи.....	73
2.3. Розв’язування компетентнісно орієнтованих задач з використанням комп’ютера.....	91
2.4. Задачі історичного змісту як засіб формування емоційно-ціннісного складника предметної компетентності.....	110
Література.....	129

АНОТАЦІЯ

В умовах реформування системи освіти значна увага надається вихованню особистості, здатної до самореалізації, самовизначення, самоусвідомлення у реаліях сучасного життя. Здійснюється перехід від накопичення знань до формування якостей творчої діяльності та неперервного засвоєння нової інформації. Зміст посібника базується на основі результатів експериментальної роботи й передбачає диференціацію навчальної діяльності відповідно до пізнавальних інтересів учнів, організації навчального процесу на етапах сприйняття, запам'ятовування, застосування та оцінювання інформації тощо.

Посібник складається з двох розділів теоретико-практичного спрямування. У першому – **«Компетентнісно орієнтоване навчання фізики на профільному рівні в старшій школі»** авторами проаналізовано відмінності між Державними стандартами базової і повної загальної середньої освіти 2004 та 2011 рр., розкрито поняття предметна та ключові компетентності й шляхи їх формування, наведено методичні рекомендації щодо реалізації принципів політехнізму та BYOD (принеси свій власний пристрій) у навчанні старшокласників.

У другому – **«Формування предметної компетентності учнів засобами фізичних задач»** проаналізовано теорію і практику розв'язування компетентнісно орієнтованих задач з фізики, здійснено їх класифікацію та розроблено методи й прийоми розв'язування. Фізика слугує теоретичною базою більшості галузей сучасного виробництва і застосовується в різних сферах людської діяльності. Використанню практико орієнтованих задач належить провідна роль під час формування й оцінювання предметної та ключових компетентностей старшокласників. Прикладна спрямованість курсу передбачає орієнтацію змісту, методів і форм навчання на застосування фізики в техніці, суміжних науках, професійній діяльності, народному господарстві та побуті.

Посібник буде корисним учителям фізики, студентам педагогічних навчальних закладів і слухачам установ післядипломної педагогічної освіти.

ВСТУП

Компетентністю характеризується висока якість навчальних умінь, можливість встановлення зв'язків між знаннями та їх застосуванням в безпосередньому житті, здатність знаходити процедуру, що сприяє розв'язанню певної проблеми. У процесі формування компетентностей здійснюється приріст знань і досвіду їх використання шляхом адаптації до конкретної навчальної ситуації та коригування когнітивних структур, створених у процесі набуття нової навчальної інформації.

Запровадження компетентнісного підходу, формування предметної і ключових компетентностей засобами навчального предмету відповідає провідним тенденціям європейської освіти. Проте особливої уваги потребує посилення практичної спрямованості навчання й прикладне значення фізичних знань.

Ефективна реалізація компетентнісного, діяльнісного й особистісно орієнтованого підходів передбачає активну взаємодію учня та вчителя (інтерактивне навчання), використання компетентнісно орієнтованих завдань, пошукове та дослідницьке навчання, учнівські проекти. Запропоновані у посібнику методичні рекомендації дають змогу вчителям зорієнтуватись у змінах, що зазнає шкільний курс фізики, оновленні форм і методів навчання.

Розв'язування компетентнісно орієнтованих задач є невід'ємною складовою навчально-виховного процесу, що сприяє засвоєнню знань про стан навколишнього середовища, сферу застосування фізичних законів, розумінню органічної єдності людини та природи, цілісності фізичної картини світу, етапів пізнавальної діяльності, формуванню фізичних понять, застосуванню здобутих знань для пояснення фізичних явищ і процесів, практичного використання відповідних законів і закономірностей у технічних пристроях, на виробництві, різних сферах життєдіяльності людини. На основі експериментальних і теоретичних методів наукового пізнання виявляється ставлення до ролі фізичних знань у житті людини, суспільному розвитку, техніці, становленню сучасних технологій. У процесі розв'язування компетентнісно орієнтованих задач виховується інтерес до навчання, формуються працелюбність, допитливість, самостійність, загартовується воля, характер тощо.

У практиці навчально-виховної діяльності компетентнісно орієнтовані задачі використовуються як метод засвоєння, закріплення, перевірки і контролю теоретичних знань; засіб набуття практичних умінь (експериментування, конструювання, моделювання), навичок професійного самовизначення, реалізації принципу політехнізму, екологічного й економічного виховання.

Розв'язуючи компетентнісно орієнтовані фізичні задачі, учні здобувають знання, потрібні для успішного навчання в профільній школі, поглибленої допрофесійної підготовки, продовження освіти у вищих навчальних закладах фізико-математичного, природничого й технологічного спрямування.

РОЗДІЛ 1. КОМПЕТЕНТІСНО ОРІЄНТОВАНЕ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ В СТАРШІЙ ШКОЛІ

1.1. Поняття про ключові та предметну компетентності з фізики

Одним із основних напрямів модернізації системи освіти є її якість, відповідність потребам особистості, суспільства й держави. У процесі динамічного соціально-економічного розвитку країни аналіз запитів суспільства дає змогу виявити необхідність у нових результатах освіти. Нині конкурентоспроможність людини на ринку праці залежить переважно від її здатності опановувати нові технології, адаптуватися до сучасних умов праці.

Оновлення змісту Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти (2011 р.) здійснюється із урахуванням тенденцій розвитку світових освітніх процесів. Якісною ознакою нового державного стандарту є те, що він ґрунтується на засадах компетентісного, особистісно орієнтованого і діяльнісного підходів. Водночас традиційне визначення уніфікованих результатів і вимог до шкільної фізичної освіти обумовлюють певну неузгодженість під час впровадження інноваційних ідей у шкільну практику.

Навчання фізики в середніх навчальних закладах України є важливим компонентом професійної підготовки молоді, неперервної освіти впродовж життя, що надає значні можливості інтелектуального розвитку особистості, вмінь встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між фактами, подіями та явищами.

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

Ключовими поняттями в системі параметрів *«компетентісної моделі освіти»* є *«компетентність»* та *«компетенція»*, які відносно нові й останнім часом активно вивчаються в наукових дослідженнях.

Поняття *«компетентність»* запозичено із західної педагогічної лексики й до недавнього часу є предметом дослідження різних міжнародних організацій, які розробляють власні рекомендації щодо її формування. Здебільшого компетентність розглядається як *«спроможність особистості сприймати й відповідати на індивідуальні та соціальні потреби, кваліфіковано здійснювати діяльність у певній виробничій галузі, виконувати завдання або роботу»*.

Проблема формування та розвитку компетентностей учнів ґрунтовно досліджена на рівнях загальних положень впровадження засад компетентісної освіти у навчальний процес (І. Бех, С. Гончаренко, В. Краєвський, І. Зимня, Е. Зеєр, О. Овчарук, О. Пометун, І. Родигіна, О. Хуторський, С. Шишов та ін.), організації навчально-виховного процесу у вищій і середній школі (К. Баханов, Ю. Галатюк, І. Зязюн, О. Іваницький, О. Пінчук, Г. Селевко, М. Степаненко, В. Шарко та ін.), формування та розвитку ключових (Н. Бібік, К. Крутій, О. Лебедев, В. Мендерецький, Л. Петухова, О. Хуторський та ін.) та фізичної

компетентностей (П. Атаманчук, Л. Благодаренко, С. Величко, В. Заболотний, М. Мартинюк, М. Садовий, В. Шарко, М. Шут, Н. Єрмакова та ін.).

Людина може стати компетентною лише сама, використовуючи інформаційні ресурси певної діяльності, випробуваваючи різні моделі поведінки, обравши лише ті, що відповідають власній натурі.

Якщо в межах знаннєвої моделі навчання найважливішим завданням є формування цілісної природничо-наукової картини світу, то компетентнісної – це лише гіпотетично бажане навчальне завдання. За наявності інших важливих складових його реалізація забезпечує високий рівень сформованості компетентності. Такими складовими, попри знання, є відповідні вміння, навички та досвід.

Пріоритетним в оновленні змісту шкільної фізичної освіти є перехід від знаннєвої моделі навчання до компетентнісної. Однак, у процесі запровадження зовнішнього незалежного оцінювання актуалізується запит суспільства на формування традиційних знань, умінь та навичок, а сформованість цінностей, ставлень та досвіду практичної діяльності розглядаються як другорядні. Реалізуючи запит батьківської громадськості, вчителі надають перевагу підготовці учнів до успішної здачі зовнішнього незалежного оцінювання. Результати роботи, насамперед, визначаються рівнем сформованості знань, умінь та навичок.

Якщо в умовах «традиційного» навчання знання й уміння зосереджуються, переважно навколо оволодіння предметом і їхній рівень регламентується державними вимогами, то компетентнісного – увага акцентується на формуванні предметних і ключових компетентностей, рівень яких є особистісним досягненням.

Упровадження компетентнісного підходу спрямовано на те, щоб врешті перейти від предметно- до дитино центризму; від вивчення предмету до особистісно-зорієнтованого навчання; від заучування фактів до розуміння й усвідомлення цінностей; від навчання «для оцінки» до досягнення освіченості й освоєння культури «для себе». Знання перестають бути самоціллю та самоцінністю освіти й розглядаються як важливий інструмент формування компетентностей, необхідних для вирішення життєвих завдань (у навчальній, соціальній, професійній та інших сферах) [4].

Розглянемо багатогранність і суперечність питань, пов'язаних із процесом формування та оцінювання компетентностей учнів загальноосвітніх навчальних закладів. У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти зазначено «Компетентність – набута в процесі навчання інтегрована здатність учня, що складається із знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення і може цілісно реалізовуватися на практиці».

Так, О. Пінчук [5] розглядає предметну компетентність учня з фізики, передусім, як ознаку високої якості його навчальних умінь, можливості встановлювати зв'язки між набутими знаннями та реальною дійсністю, здатності знаходити процедуру (метод) вирішення проблеми та успішно використовувати власні вміння, сформовані впродовж вивчення фізики як

навчальної дисципліни. Орієнтація навчально-виховного процесу на формування предметних компетентностей учнів означає також розвиток схильності до навчання фізики.

Дослідник С. Каменецький розглядає предметну компетентність як готовність і здатність діяти в конкретній предметній галузі. Під здатністю розуміємо «властивість індивіда, яка визначається його можливістю, спроможністю, нахилами до виконання певної діяльності... Здатність зумовлюється рівнем знань, здібностей, навичок, особистісними якостями, розвивається, поглиблюється у процесі практичної діяльності людини».

У структурі предметної компетентності з фізики учнів старшої школи І. Чайковська виділяє три компоненти: когнітивний, діяльнісний, особистісний (рис. 1.1.) й зазначає, що компетентності не суперечать знанням, умінням і навичкам, вони передбачають усвідомлене їх використання [6].

І. Зимня вважає, що компетентність містить готовність до прояву (мотиваційний аспект), оволодіння знаннями (когнітивний аспект), уміння проявляти себе у різноманітних ситуаціях (поведінковий аспект), ставлення до змісту компетентності та об'єкту її застосування (ціннісно-смысловий аспект), емоційно-вольову регуляцію процесу, результат прояву компетентності.

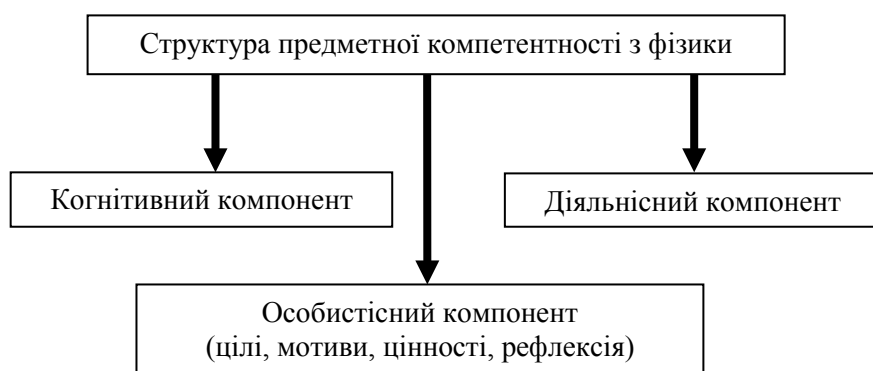


Рис. 1.1 Структура предметної компетентності

Аналогічних поглядів дотримуються й інші вчені, які досліджували структуру компетентності. Так, А. Хуторський виділяє в її компетентності такі компоненти: мотиваційний (готовність до прояву); когнітивний (накопичені знання); діяльнісний (опановані способи діяльності); аксіологічний (ціннісне ставлення до набутих знань, діяльності, особистого зростання).

М. Князян розглядає структуру компетентності так: гностичний (володіння особистістю певною сумою знань); процесуальний (уміння будувати алгоритм власних дій і дотримуватися його під час виконання певного класу завдань); інформаційно-опановувальний (уміння накопичувати інформацію й аналізувати її у ракурсі досліджуваної проблеми); інтерактивний (встановлення соціальних зв'язків); особистісний (оволодіння й виявлення соціальних норм та цінностей).

Отже, думки вчених щодо визначення внутрішньої структури компетентності неоднозначні, але спільними є мотиваційний, когнітивний, діяльнісний та особистісний компоненти.

Мотиваційний компонент предметної компетентності – усвідомлення значущості і цінності фізики в сучасному житті, мотивація до засвоєння фізико-математичних дисциплін, ціннісне ставлення до вивчення фізики й математики, розуміння їх ролі в житті людини. Когнітивний – переважно розглядається як рівень предметних знань учнів. Діяльнісний – передбачає вміння використовувати набуті знання на практиці. Особистісний – 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 власних знань, моральних норм, ідеалів, мотивів поведінки, загальної оцінки самого себе як особистості, характеризує ціннісно-рефлексивний компонент предметної компетентності, що передбачає насамперед сформованість такої психологічної якості, як рефлексія (рис. 1.2).

На нашу думку, предметну компетентність з фізики можна розглядати як ресурс діяльності та її результат. З точки зору ресурсу діяльності особистості складовими предметної компетентності є: мотиваційний, когнітивний, діяльнісний та особистісний компоненти. Проте, оскільки компетентність є особистісною характеристикою, то виміряти її сформованість за цими компонентами складно. У Державному стандарті базової та повної загальної середньої освіти компетентність учня розглядаються як результат діяльності. Відповідно оцінюючи компетентність слід визначити рівень сформованості її компонентів, як результатів діяльності – знань, умінь, навичок, ціннісних ставлень та набутого досвіду практичної діяльності.

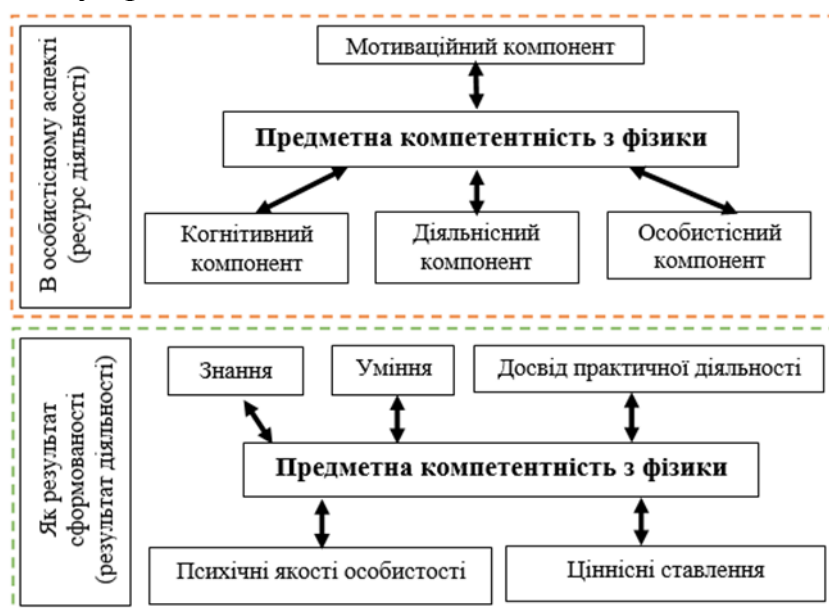


Рис. 1.2. Структура предметної компетентності учня

Такий підхід цілком узгоджуються із визначенням поняття предметна компетентність зазначеним у Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти. «Предметна (галузева) компетентність – набутий учнями в процесі навчання досвід специфічної для певного предмета діяльності, пов’язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань» [1].

Відповідно до компетентнісного 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 так: знати й уміти, розуміти, виявляти ставлення й оцінювати. Що відповідно узгоджено із формулюванням цих вимог і у навчальній програмі 2011 року: учень/учениця: знає й розуміє; уміє; виявляє ставлення й оцінює.

Вивчення фізики у старшій школі за Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти 2004 року завершується у 2018–2019 н.р. Із 2015–2016 н.р. вивчення фізики в основній школі розпочалося за Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти 2011 року. За цей час навчальна програма основної школи 2012 року була у 2016 розвантажена та у 2017 роках оновлена відповідно до положень концепції «Нова українська школа» [7]. Розроблення програм старшої профільної школи, за якими у 2017–2018 н.р. розпочнеться вивчення фізики на профільному рівні, теж базується на концепції «Нова українська школа».

У шкільних програмах на перше місце винесено очікувані результати навчальної діяльності учнів, тобто: які компетентності мають сформуватися у дитини під час навчання. Кожен із очікуваних результатів навчання містить три компоненти: знаннявий, діяльнісний і ціннісний. У першому передбачено, «що називає чи пояснює учень», у другому – «що вміє, знаходить, обирає», а в третьому – «що оцінює, усвідомлює, які висновки робить».

Такий підхід повністю узгоджується із запропонованою структурою предметної компетентності (рис. 1.2) в особистісному аспекті (ресурс діяльності). Проте, оцінюється результат діяльності учнів (нижня частина схеми). У 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 оволодіння навчальним матеріалом у межах вимог шкільної програми і здатність їх відтворювати, а й уміння та навички знаходити потрібну інформацію, аналізувати її та застосовувати в стандартних й нестандартних ситуаціях, мати власні ціннісні судження. За такими 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.

Відповідно до Державного стандарту «ключова компетентність – це спеціально структурований комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає можливість ефективно діяти в різних сферах життєдіяльності і належить до загальногалузевого змісту освітніх стандартів».

До ключових компетентностей належить уміння 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, а до предметних (галузевих) – комунікативна, літературна, мистецька, міжпредметна естетична, природничо-наукова і математична, проектно-технологічна та інформаційно-комунікаційна, суспільствознавча, історична і здоров'язбережувальна.

Компетентнісний потенціал кожного навчального предмету відповідно до положень Нової української школи згруповано в 10 ключових компетентностей. Внесок курсу фізики старшої школи у формування ключових компетентностей розкрито в табл. 1.1

Таблиця 1.1

Компетентнісний потенціал фізики

№	Ключові компетентності	Компоненти
1.	Спілкування державною (рідною) мовами	Уміння: – розуміти технічну інформацію інструкцій до приладів, підручників, посібників й інших текстових та медійних джерел державною/рідною мовою; – створювати інформаційні продукти політехнічного змісту та грамотно і безпечно комунікувати із використанням сучасних технологій державною (рідною) мовою; – описувати (усно чи письмово) принципи роботи сучасної техніки й її застосування у всіх сферах життєдіяльності людини, використовуючи арсенал мовних засобів (терміни, поняття тощо); – презентувати навчальний проект, будувати відповідь, готувати реферат, повідомлення; – усно й письмово висловлювати власну думку, слухати співрозмовника, тлумачити базові концепції щодо забезпечення добробуту, здоров'я та безпеки, обговорювати проблеми політехнічного змісту, брати участь у дискусії. Ставлення:

		– критично ставитись до повідомлень політехнічного змісту в медійному просторі; – усвідомлення необхідності вільного володіння державною мовою для грамотного формулювання власних думок, висловлювань і подальшого особистісного розвитку, навчальної та професійної діяльності; – розуміння значущості внеску українських учених у розвиток науки та техніки; Навчальні ресурси: інструкції до побутових приладів, навчальні, науково-популярні, художні тексти та медійні матеріали, електронні освітні ресурси; навчальні проекти міжпредметного змісту; конференції, дебати, дискусії, обговорення; інтерактивні методи навчання; робота в парах, групах
2.	Спілкування іноземними мовами	Уміння: – розуміти технічні записи іноземною мовою в інструкціях, читати технологічні карти; – використовувати іншомовні навчальні та науково-популярні джерела для отримання й критичної оцінки інформації фізичного та технічного змісту; – використовувати програмні засоби та ресурси з інтерфейсом іноземними мовами – презентувати проект іноземною мовою – розуміти фізичні поняття та найуживаніші терміни іноземною мовою, використовувати їх в усних чи письмових текстах. Ставлення: – розуміння можливостей застосування іноземних мов для ефективної діяльності; – зацікавленість інформацією фізичного і технічного змісту іноземною мовою; – розуміння глобальних проблем людства і прагнення долучитися до їх вирішення, зокрема й за посередництвом іноземної мови; – розуміння необхідності володіння іноземними мовами для онлайн-навчання та активного залучення до європейської та глобальної спільнот, усвідомлення своєї причетності до них. Навчальні ресурси: іншомовні сайти, програмні засоби з іншомовним інтерфейсом користувача; онлайніві перекладачі, іноземна довідкова література, підручники і посібники індивідуальна робота, робота в парах та групах.

3.	Математична компетентність	Уміння: – застосовувати знання з математики (формули, графічні і статистичні методи, розрахунки, моделі) для розуміння природних явищ, вирішення побутових питань; – розуміти, використовувати і будувати прості математичні моделі для вирішення технологічних проблем, зокрема засобами інформаційних технологій. Ставлення: усвідомлення важливості математичного апарату для опису та розв’язання фізичних проблем і задач. Навчальні ресурси: завдання на виконання розрахунків, алгебраїчних перетворень, побудову графіків, рисунків, аналіз та представлення результатів експериментів та лабораторних робіт, оброблення статистичної інформації, інформації наведеної в графічній, табличній та аналітичній формах розрахунки для визначення необхідної кількості матеріалів, габаритних розмірів, вартості виробу; використання вимірювальних пристроїв; виготовлення креслеників
4.	Основні компетентності у природничих науках і технологіях	Уміння: – пояснювати природні явища і технологічні процеси; – використовувати знання з фізики для вирішення завдань, пов’язаних із реальними об’єктами природи та техніки; – використовувати за призначенням сучасні прилади і матеріали, порівнювати фізичні властивості конструкційних матеріалів; – визначати проблеми довкілля; – за допомогою фізичних методів самостійно чи в групі досліджувати природу досліджувати природні об’єкти. Ставлення: – відповідальність за ощадне використання природних ресурсів, екологічний стан у місцевій громаді, в Україні і світі; – готовність до вирішення проблем, пов’язаних зі станом довкілля, відповідальність за власну діяльність у природі; – оцінка значення фізики та технологій для формування цілісної наукової картини світу, сталого розвитку; – усвідомлювати наукове значення основних природничо-наукових понять, законів, теорій, внесок видатних вітчизняних учених у розвиток природничих наук.

		Навчальні ресурси: добір конструкційних матеріалів, обґрунтування технологій проектування та виготовлення виробу; навчальні проекти, конструкторські завдання, фізичні задачі, відвідування музеїв науки й техніки, матеріали ЗМІ та Інтернет-ресурсів щодо вирішення проблем стану довкілля, ощадного використання природних ресурсів тощо
5.	Інформаційно-цифрова компетентність	Уміння: – аналізувати, порівнювати та критично оцінювати достовірність і надійність джерел даних, інформації та цифровий контент; – використовувати сучасні пристрої для отримання, опрацювання, збереження, передачі та представлення інформації; – використовувати сучасні цифрові технології і пристрої для вивчення фізичних явищ, для обробки результатів експериментів, моделювання фізичних явищ і процесів; – створювати нові інформаційні моделі об'єктів і процесів; – дотримуватися правил безпеки в мережах та мережевого етикету. Ставлення: – критично оцінювати інформацію з різних інформаційних ресурсів; – дотримання авторського права, етично-моральних принципів поведінки з інформацією. Навчальні ресурси: завдання, що передбачають роботу з інформацією, освітні цифрові ресурси, навчальні посібники; застосування ІКТ для підготовки презентацій власних проектів
6.	Уміння вчитися впродовж життя	Уміння: – ставити перед собою цілі і досягати їх, вибудовувати власну траєкторію розвитку впродовж життя; – планувати, організовувати, здійснювати, аналізувати та коригувати власну навчально-пізнавальну діяльність; – застосовувати набуті знання для оволодіння новими, для їх систематизації та узагальнення. Ставлення: – позитивне емоційне сприйняття власного розвитку, отримання задоволення від інтелектуальної діяльності. готовність до інновацій;

		– виявлення допитливості і спостережливості, наполегливості, впевненості, вміння мотивувати себе до навчальної діяльності, долати перешкоди як ключові чинники успіху навчально-пізнавального процесу; – допитливість; – усвідомлення необхідності та принципів навчання протягом усього життя; – усвідомлення відповідальності за власне навчання. Навчальні ресурси: розроблення індивідуальних освітніх маршрутів, що враховують індивідуальний стиль навчання, передбачають раціональне планування часу, рефлексію і оцінювання результатів
7.	Ініціативність і підприємливість	Уміння: – проектувати власну професійну діяльність відповідно до своїх схильностей, переваг і недоліків, мислити творчо, генерувати нові ідеї й ініціативи та втілювати їх у життя для підвищення власного добробуту і для розвитку суспільства та держави; – застосовувати фізичні знання для генерування ідеї та ініціатив щодо проектної, конструкторської та 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 із фізики в майбутній професійній діяльності, для ефективного вирішення повсякденних проблем; – економно та ефективно використовувати сучасну техніку, матеріальні ресурси; – формулювати цілі і завдання, розробляти план для їх досягнення, прогнозувати і нівелювати ризики; ухвалювати рішення й оцінювати їх ефективність. Ставлення: – усвідомлення необхідності виваженого підходу до вибору професії, оцінка власних здібностей; – прагнення досягти певного соціального статусу в суспільстві, внести вклад у економічне процвітання держави; – впевненість під час реалізації власних ідей, визнання своїх талантів, здібностей, умінь і демонстрація їх у праці та творчості;

		– здатність брати на себе відповідальність за кінцевий результат власної та колективної діяльності, ініціативність, відкритість до нових ідей. Навчальні ресурси: ігри-стратегії, спрямовані на формування здатності брати на себе відповідальність; діалоги та рефлексивні вправи; вправи на виявлення професійних схильностей; планування та виконання завдання (індивідуального і колективного), розроблення проекту, його реалізація, зустрічі з успішними підприємцями, екскурсії на виробництво
8.	Соціальна та громадянська компетентності	Уміння: – працювати з іншими на результат; – попереджувати і розв’язувати конфлікти; – досягати компромісу; – безпечно поводитися з інструментами та обладнанням. Ставлення: – усвідомлення цінності праці та працьовитості для досягнення добробуту; – розуміння важливості виконання різних соціальних ролей в групах; – оцінювання необхідності сталого розвитку як пріоритету міжнародного співробітництва; – шанування розмаїття думок і поглядів, толерантність; – розуміння відповідальності за використання досягнень фізики для безпеки суспільства Навчальні ресурси: кооперативне навчання, партнерські технології, групові проекти та інші форми колективного навчання
9.	Обізнаність та самовираження у сфері культури	Уміння: – використовувати знання з фізики під час реалізації власних творчих ідей; – виявляти фізичні явища та процеси у творах мистецтва. Ставлення: – усвідомлення причетності до національної і світової культури через вивчення природничих наук і мистецтва; – розуміння гармонійної взаємодії людини і природи. Навчальні ресурси: твори мистецтва
10.	Екологічна грамотність і здорове життя	Уміння: – застосовувати набуті знання та навички для збереження власного здоров'я та здоров'я інших;

	– дотримуватись правил безпеки життєдіяльності під час виконання навчальних експериментів, у надзвичайних ситуаціях природного чи техногенного характеру; – визначати причино-наслідкові зв'язки впливу сучасного виробництва, життєдіяльності людини на екологічний стан довкілля; – аналізувати проблеми довкілля і визначати шляхи та брати участь у їхньому вирішенні; – оцінювати позитивний потенціал та ризики використання надбань фізики, техніки і технологій для добробуту людини і безпеки довкілля. Ставлення: – готовність брати участь у природоохоронних заходах; – самооцінка та оцінка поведінки інших стосовно можливих ризиків для здоров'я; – ціннісне ставлення до власного здоров'я та здоров'я інших людей, до навколишнього середовища як до потенційного джерела здоров'я, добробуту та безпеки; – усвідомлення важливості ощадного природокористування, потенціалу фізичної науки щодо збереження довкілля. Навчальні ресурси: навчальні проекти здоров'язбережувального та екологічного спрямування
--	--

1.2. Оновлення змісту курсу фізики старшої школи на засадах компетентнісного підходу

У державному стандарті 2011 року навчальний матеріал курсу фізики структурується за змістовими лініями, що відповідають змісту галузі «Природознавство». Компетентнісно зорієнтована мета й завдання освітньої галузі спричинили появу таких нових ліній, як екологічні основи ставлення до природокористування, екологічна етика [3].

Змінено й змістові лінії фізичного компоненту. Якщо в стандарті 2004 року розглядалися 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 в стандарті 2011 року – «закони і закономірності», «роль фізичних знань в житті людини та суспільному розвитку».

В основній і старшій школах змістові лінії залишаються незмінними. Структура фізичного компоненту, як і в попередньому державному стандарті (2004 року) є двохконцентровою, що узгоджено із структурою загальної середньої освіти: в основній школі (7–9 кл.) вивчається логічно завершений базовий курс фізики, у старшій (10–11 кл.) вивчення фізики здійснюється

залежно від обраного профілю навчання на двох рівнях: базовому (або рині стандарту) та профільному, а також основи фізичних знань можуть вивчатися у вигляді інтегрованого курсу «Природознавство».

Зміст фізичного компоненту структурується й реалізується у навчальній програмі. За своєю сутністю зміст базового курсу (7–9 кл.) спрямований на формування основних фізичних понять про явища природи: у старшій профільній школі (10–11 кл.) вивчення фізики здійснюється на вищому рівні – формування в учнів системи фізичного знання на основі сучасних теорій.

Типовим навчальним планом для 10–11 кл. загальноосвітніх навчальних закладів, затверджених колегією Міністерства освіти і науки України в червні 2017 р., зазначено перелік профільних і базових навчальних предметів та мінімальний обсяг часу на їх вивчення, що має забезпечити досягнення очікуваних результатів, визначених Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти (2011 р.). Перелік базових предметів представлений у двох варіантах. До першого (пілотного) включено, зокрема, й інтегровані курси «Історія України в контексті світової історії», «Громадянська освіта», «Природничі науки». У другому варіанті замість інтегрованого курсу «Природничі науки» передбачено вивчення окремих предметів «Фізика і астрономія», «Біологія і екологія», «Хімія», «Географія». Ці ж предмети вивчатимуться й на профільному рівні.

Отже, із 2018 року в старшій школі розпочнеться вивчення нового навчального предмету «Фізика і астрономія». На рівні стандарту на його вивчення відводиться 2 тижневі години в 10–11 кл. та 6 годин відповідно на профільному рівні. З огляду на це актуалізуються питання формування змісту нового навчального предмету та створення дидактичних систем його реалізації в загальноосвітніх навчальних закладах.

Основні принципи розроблення змісту «Фізики і астрономії» містять сучасні європейські моделі формування змісту освіти старшої школи, що орієнтуються на стратегії стандартизації, модульності, інтеграції, компетентнісної спрямованості, а також реалізують положення Нової української школи, зокрема, щодо утвердження нового змісту освіти, заснованого на формуванні компетентностей, потрібних для успішної самореалізації в суспільстві. Його вивчення передбачає розвиток природничо-наукової компетентності – інтегрованої здатності особистості, що відображає цілісну систему знань про природу, уміння і ціннісні ставлення, які мобілізуються в контексті життєвої діяльності.

Крім запровадження курсу «Фізика і астрономія» відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти можливе вивчення окремих курсів «Фізика» та «Астрономія», що реалізовуватимуть відповідно його астрономічний та фізичний компоненти.

Зміст навчання фізики в старшій школі розробляється із урахуванням того, що вже було вивчено учнями у базовому курсі фізики основної школи і не дублює його. Під час вивчення другого концентру фізики учень поглиблює знання, формує нові уміння, розширює компетентності шляхом засвоєння

понять фізики на якісно новому рівні, внаслідок використання міжпредметних зв'язків, зокрема більш досконалого математичного апарату, яким учні ще не володіли у основній школі тощо. Під час проведення практикуму із розв'язування фізичних задач, формулювання тем навчальних проектів, постановці лабораторних і практичних робіт учитель добирає їх так, щоб урахувати предметні компетентності, набуті учнями в основній школі.

Мета навчання фізики на профільному рівні узгоджується із метою повної загальної середньої освіти і полягає у формуванні та розвитку в учнів старшої школи системних фундаментальних знань, ключових компетентностей, провідними з яких є природничо-наукові.

Програма профільного навчання фізики передбачає поглиблене вивчення фізичного матеріалу з опорою на математичні знання та широким використанням міжпредметних зв'язків. Відповідно, вивчення фізики на профільному рівні цілком логічно здійснювати не лише в класах фізичного профілю, а й фізико-математичного, фізико-технічного, астрономічного, хіміко-біологічного та інших профілів навчання.

Враховуючи вподобання учня у світі професій, його здібності вчитель створює індивідуальну освітню траєкторію для школяра та створює її педагогічний супровід. Це усіляко сприяє розвитку індивідуальних здібностей особистості; уможлиблює оволодіння шкільною програмою з фізики учнями, які мають різний рівень навчальних досягнень; реалізує професійне самовизначення; створює необхідну основу для продовження освіти в професійній сфері і забезпечується, насамперед, добором особистісно значущих з огляду майбутньої сфери професійної діяльності завдань та питань.

Професійна орієнтація містить такі елементи: професійні інформація, консультація, відбір та адаптація. Професійна інформація забезпечує ознайомлення із змістом і перспективами розвитку професій, формами та умовами оволодіння ними, станом та потребами ринку праці, 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 із 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 не передбачає надання учням уявлення про конкретні професії. Однак під час формування політехнічного складника предметної компетентності учнів вчитель ефективно сприяє їх професійному самовизначенню шляхом ознайомлення із практичним застосуванням фізичних знань на виробництві та особливостями професій, що його обслуговують.

Традиційно у вітчизняній педагогічній науці та практиці виділяють три взаємопов'язані цілі навчально-виховного процесу: 1) навчальну; 2) розвивальну; 3) виховну. Насамперед, їх ураховує вчитель, готуючись до навчального заняття та зазвичай зазначає в конспекті уроку. Загальною метою є формування предметної компетентності учнів з фізики. Цю мету можна диференціювати за навчальною, розвивальною й виховною (табл. 1.2). Використання традиційного підходу до формування мети навчально-виховного процесу не суперечить запропонованій нами у п. 1.1 структурі предметної компетентності учня з фізики, яку ми формуємо.

Таблиця 1.2

Мета навчально-виховного процесу у процесі формування предметної компетентності 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.

Одним із сучасних методів активізації навчальної діяльності є метод проєктів, в якому ефективно втілюється діяльнісний принцип і забезпечується постійна й активна участь школярів у навчально-пізнавальній і науково-пошуковій творчій діяльності. До навчальної

програми з фізики основної школи проекти введено вперше відповідно до державного стандарту 2011 року. Вони зарекомендували себе ефективним засобом формування предметної й ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики.

Навчальне проектування не є принципово новою технологією. Метод проектів виник у 20-ті роки ХХ століття у США. У ньому містилися ідеї побудови навчання на активній основі, через доцільну діяльність учня, у співвідношенні з його особистим інтересом саме в цих знаннях. Надзвичайно важливо було показати дитині її особисту зацікавленість в здобутті цих знань, де і яким чином вони можуть знадобитися їй в житті.

Відповідно метод проектів є одним із ефективних засобів формування предметної й ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики й на профільному рівні у старшій школі. Широкі можливості вибору тематики проектів забезпечує різноманітність напрямів діяльності учнів – від теоретичних розробок і обґрунтувань до експериментальних досліджень та конструкторських рішень.

Водночас проектна форма роботи передбачає переважно колективну працю над проблемою, що з одного боку сприяє формуванню вмінь та навичок роботи в групі, а з іншого – дозволяє підібрати для кожного виконавця проекту завдання відповідно до рівня його знань, інтересів, здібностей та можливостей.

Тематика навчальних проектів пропонується вчителем, також може ініціюватися та обиратися учнями. Кількість годин, що відводиться на виконання навчальних проектів, визначається учителем. Кількість учнів у групі, що працює над проектом, визначається з урахуванням тематики, обсягу та складності роботи, а також бажання учнів виконувати проект. Кількість проектів, виконаних кожним учнем, може бути довільною, але не меншою, ніж один за навчальний рік. Один учень може виконувати різні проекти особисто або у складі окремих груп. При формулюванні тем проектів доцільно враховувати їх актуальність, наявну матеріально-технічну базу, регіональні, географічні, кліматичні та інші особливості розташування школи та пізнавальні інтереси учнів.

Виконання навчальних проектів передбачає інтегровану дослідницьку, творчу діяльність учнів, спрямовану на отримання самостійних результатів за консультативної допомоги вчителя. Форму подання проекту учень обирає самостійно. Він готує презентацію отриманих результатів і здійснюють захист свого навчального проекту.

Проекти також можуть мати міжпредметну тематику. Тоді їх виконання може супроводжуватися й оцінюватися вчителями різних предметів. Захист таких проектів може бути здійснений на шкільній науковій конференції. Зміст діяльності вчителя та учня під час виконання проекту наведено в табл.

1.3

Зміст діяльності вчителя та учня під час виконання проекту

Зміст діяльності учня	Зміст діяльності вчителя
Аналізує, порівнює, вибирає, досліджує, вивчає, формулює, конспектує, малює, креслить, генерує ідеї, розробляє, визначає, підраховують, оформляють проект, захищають проект	Пропонує, ставить проблему, консультує, спостерігає, радить, допомагає, уточнює, перевіряє, доповнює, узагальнює, контролює, бере участь в оцінці проекту

Під час використання технології проектно-модульного навчання вирішується низка різнорівневих дидактичних, виховних і розвивальних завдань: розвиваються пізнавальні навички учнів, формується вміння самостійно конструювати свої знання, вміння орієнтуватися в інформаційному просторі, активно розвивається критичне мислення, сфера комунікації тощо. У проектній діяльності важливо зацікавити учнів здобуттям знань, які обов'язково знадобляться в житті. Для цього необхідно зважати на проблеми реального життя, для розв'язання яких школярам потрібно застосовувати здобутті знання. У такому випадку учні відчують потребу в знаннях.

У проектній роботі учні відпрацьовують ключові навички: постановка проблеми, планування роботи, пошук, збирання, обробку інформації та презентація результатів роботи.

Отже, проектне навчання дає змогу розв'язати багато педагогічних задач:

- створення позитивної мотивації під час навчання;
- формування навичок розумової праці, розвиток умінь аналізувати, виділяти найважливіше, робити висновки;
- формування прийомів колективної праці;
- розвиток індивідуальних здібностей та особливостей мислення;
- оволодіння письмовим та усним мовленням.

Оцінювання навчальних проектів здійснюється індивідуально, за самостійно виконане учнем завдання. Окрім оцінювання продукту проектної діяльності, необхідно відстежити і його психолого-педагогічний ефект: формування особистісних якостей, самооцінки, уміння робити усвідомлений вибір й осмислювати його наслідки.

Розрізняють такі види проектів.

Дослідницькі проекти – потребують добре обміркованої структури, повністю підпорядковані логіці дослідження і мають відповідну структуру: визначення теми дослідження, аргументація її актуальності, визначення предмета й об'єкта, завдань і методів, визначення методології дослідження, висунення гіпотез розв'язання проблеми і намічення шляхів її розв'язання.

Творчі проекти – не мають детально опрацьованої структури спільної діяльності учасників, вона розвивається, підпорядковуючись кінцевому результату й формі його представлення (стінівка, відеофільм, свято тощо)

Інформаційні проекти – спрямовані на збирання інформації про який-небудь об'єкт, явище, на ознайомлення учасників проекту з цією інформацією, її аналіз і узагальнення фактів.

Структура інформаційного проекту.

1. Мета проекту, його актуальність.
2. Методи отримання інформації (літературні джерела, засоби масової інформації, бази даних, у тому числі й електронні, анкетування тощо).
3. Методи обробки інформації (аналіз, узагальнення, зіставлення з відомими фактами, аргументовані висновки)
4. Результат (стаття, реферат, доповідь, відеофільм, презентація)

Перевагу під час звіту про інформаційні проекти надають мультимедійним презентаціям. З метою уникнення перевантаження учнів доцільно виконувати міжпредметні навчальні проекти політехнічного змісту. Орієнтовна тематика політехнічних проектів подана у табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Орієнтовна тематика політехнічних проектів

№	Результат діяльності	Характеристика проекту	Політехнічний складник змістової частини проекту
1	WEB-сайт, газета, стінівка	Створення сайту, газети, стінівки присвячених сучасній техніці.	Підбір та систематизація матеріалу про фізику, як теоретичну основу техніки
2	Соціологічне дослідження	Проведення дослідження з питань енергозбереження, енергоефективності та раціонального природокористування	Клас енергоефективності побутових приладів. Сучасні енергоефективні технології у побуті й використання їх громадою в побуті.
3	Відеофільм	Створення фільму про роль смартфонів у житті людини	Основні можливості сучасних смартфонів, основи роботи з відеоапаратурою.
4	Виставка	Організація виставки науково-технічної творчості	Систематизація моделей та експонатів, вивчення фізичних основ роботи та презентація створених пристроїв.
5	Екскурсія	Розробка плану екскурсії на підприємство	Вивчення фізичних основ виробництва
6	Дизайн, інтер'єр кабінету, кімнати	Розташування побутової техніки у кімнаті відповідно до правил її безпечного та	Основи дизайну та ергономіки, вивчення впливу різноманітної техніки на організм людини

		ефективного використання.	
7	Прогноз	Прогноз впливу людини на навколишнє середовище	Екологічні аспекти використання техніки та технологій

Зміст запропонованих проєктів має міжпредметний характер, а техніка – основний об’єкт діяльності. Зокрема, для того щоб спроектувати безпечний інтер’єр кухні й грамотно розташувати різноманітні побутові прилади, учням слід самостійно знайти інформацію, провести деякі дослідження.

Під час виконання цього проєкту учні вивчають фізичні основи роботи побутової техніки, її технічні характеристики, інструкції з експлуатації, а також правила безпеки життєдіяльності та вплив на здоров’я людини. Виконання такого проєкту пов’язано із розв’язанням конкретної побутової задачі й має велике практичне значення. Реалізація проєкту дозволяє отримати знання, засвоїти вміння, розвивати й формувати ціннісні ставлення безпечного та ефективного використання побутової техніки, проявити творчі здібності.

Вивчення курсу фізики в школі має за мету, зокрема, ознайомлення учнів із методами наукових досліджень, формування умінь на основі набутих теоретичних знань планувати, визначати адекватні методи і засоби досліджень і на практиці здійснювати фізичні дослідження (демонстрації, досліди, експерименти тощо), аналізувати, узагальнювати результати, робити висновки. Здійснення експериментальної роботи може бути успішно поєднане з проєктною діяльністю як її складова. Доцільність і цінність поєднання таких форм роботи полягає у тому, що разом вони сприяють використанню у навчанні міжпредметних зв’язків, ефективніше стимулюють процес пізнання учнів.

Навчальний експеримент реалізується у формі демонстраційного та фронтального експерименту, робіт лабораторного практикуму, дослідів та спостережень, які учні виконують дома самостійно. З огляду на стан забезпечення шкіл навчальним обладнанням, його кількість та якість, а також враховуючи пізнавальні інтереси учнів, програмами передбачена можливість проведення навчального експерименту переважно у формі фізичного практикуму, роботи якого можна виконати використовуючи меншу кількість комплектів однотипного обладнання. Водночас тематику робіт фізичного практикуму технологічно простіше урізноманітнювати і диференціювати за рівнем складності, відповідно рівня підготовки окремих груп учнів у класі.

Перелік навчальних демонстрацій, наведений у програмах є орієнтовним і може бути змінений учителем залежно від обставин у яких здійснюється навчання, наявності обладнання, устаткування, можливостей навчального кабінету тощо. Загалом тематику та зміст окремих лабораторних робіт та

робіт фізичного практикуму (із запропонованого переліку), кількість часу на їх виконання, тематику окремих експериментів, демонстрацій тощо учитель може обирати самостійно та замінювати на рівноцінні, з урахуванням рівня забезпечення навчальним обладнанням, підготовки школярів та місцевих особливостей. Також учитель може доповнювати процес навчання виконанням короткотривалих експериментальних завдань тощо.

Головними методичними та змістовими вимогами до робіт, передбачених для домашнього виконання, мають бути їх безпечність та можливість виконання простим і доступним обладнанням, устаткуванням, матеріалами тощо. З метою заохочення учнівської технічної творчості можливою є постановка домашніх завдань, для виконання яких на добровільній основі можуть виготовлятися і використовуватися саморобні прилади, пристрої, інструменти тощо.

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.

Важливу роль у навчанні фізики відіграє узагальнення матеріалу, яке здійснюється з метою його систематизації, тобто визначенні та усвідомленні системних зв'язків між окремими ланками знань, структуризації матеріалу, проведення аналогій, формулювання висновків та наукових прогнозів тощо.

Особливістю програм є те, що наводиться загальна кількість годин на вивчення предмету «Фізика» в 10 та 11 класах. Ураховуючи принцип педагогічної свободи, учитель визначає форми і методи навчання, розподіл кількості годин, що відводиться на вивчення розділів та окремих тем.

Учитель має право змінювати порядок вивчення тем у межах одного розділу, корегувати тематику або замінювати окремі демонстрації або лабораторні, практичні та інші роботи на рівноцінні, враховуючи наявність і якість фізичного обладнання та загальний стан матеріальної бази фізичного кабінету, але загальна кількість виконаних учнями робіт не має бути меншою, ніж їх мінімальна кількість, передбачена відповідними програмами.

Важливим є створення для учнів індивідуальних освітніх траєкторій, які б враховували їх вибір. Реалізувати це можливо пропонуючи таким учням практико-орієнтовані задачі, теми навчальних проектів які б розкривали потенціал фізичних знань у сфері їх майбутньої професійної діяльності.

Отже, ми формуємо для учня простір професійного самовизначення, загальною метою якого є створення умов для досягнення можливості підготувати себе до майбутнього вибору профілю навчання шляхом включення в профорієнтаційний простір, який поєднує у собі психологічні, педагогічні та

соціальні аспекти, сприяє самовизначенню, саморегуляції власної освітньої діяльності, розвитку і саморозвитку дитини як суб'єкта життєдіяльності.

Важливим для формування предметної компетентності учнів з фізики є актуалізація навчального матеріалу з використанням технічних засобів. Пояснення того який закон чи явище застосовується у роботі сучасної техніки може зацікавити учнів (наприклад, принцип роботи лазерного принтера, мультимедійного проектора тощо).

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. Прикладна фізична задача – це інформаційна модель прикладного змісту, що відображає систему зв'язків, утворених у процесі професійної діяльності людини. В таких задачах конкретизовано зв'язки у підсистемах «людина-техніка» (деталі, механізми, пристрої машин), «людина-природа» (технічні засоби вирішення проблем моніторингу навколишнього середовища), «людина-знакова система» (інформаційно-комунікаційні технології, технічні засоби управління та контролю за виробничими процесами), «людина-художній образ» (архітектура, технічні конструкції, моделі, дизайн), «людина-людина» (використання та експлуатація технічних засобів у медицині, побуті, навчальній діяльності) тощо.

Практико-орієнтовані задачі використовуються на різних етапах навчально-виховного процесу: створення проблемних ситуацій; формування вмінь та навичок; перевірка глибини та міцності засвоєних знань; повторення та закріплення навчального матеріалу; розвиток творчих здібностей учнів тощо. Розв'язування задач сприяє розвитку логічного мислення, навичок практичного застосування знань.

Добираючи задачі слід враховувати сферу професійної діяльності батьків учнів, типові ситуації з якими зустрічаються учні у побуті, що можуть бути покладені в основу задачі з конкретним виробничим сюжетом. Створення такої задачі відбувається шляхом введення фактів про конкретне виробництво чи побутовий прилад, параметрів та характеристик конкретного виробничого процесу. Це сприятиме формуванню професійного самовизначення учнів у процесі розв'язування задач через розкриття змісту професійної діяльності людини засобами навчальної задачі. У процесі розв'язування таких практико-орієнтованих задач учень ознайомлюється із елементами і структурою різних видів професійної діяльності.

Добір і складання практико-орієнтованих задач має відбуватись з урахуванням особливостей регіону, психофізіологічних та індивідуальних особливостей учнів, їх професійних намірів, змісту та специфіки навчального матеріалу, що створює необхідні умови для ефективного навчання. Результативність навчально-виховного процесу залежить від методичної компетентності вчителя, важливою складовою якої є його комунікативні та організаторські вміння.

Практико-орієнтовані задачі дають можливість повною мірою реалізувати закладені «Новою українською школою» у всіх навчальних предметах наскрізних змістових ліній «Екологічна безпека та сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість та фінансова грамотність» та формувати крім предметної ключові компетентності.

Прикладом такої практико-орієнтованої задачі є вирішення нагального для мешканців багатьох міст питання гарячого водопостачання. Отримані на уроках фізики знання дають можливість провести економічний аналіз доцільності запровадження індивідуального гарячого водопостачання, таким чином ми реалізуємо наскрізну змістову лінію «Підприємливість та фінансова грамотність»; вибір типу обладнання й його впливом на навколишнє середовище – змістову лінію «Екологічна безпека та сталий розвиток», питання ж безпеки життєдіяльності при реалізації змістової лінії «Здоров'я та безпека».

Така задача містить інформаційний блок. «Гаряче водопостачання влаштовують в будинках, обладнаних водопроводом і може здійснюватися як централізовано, так і від спеціальних водонагрівачів — колонок (газових або на твердому паливі) чи електричних бойлерів».

Перед учнями ставиться завдання. «Доцільність вибору того чи іншого способу забезпечення гарячою водою визначається, насамперед, економічною доцільністю. Для того, щоб зробити свідомий вибір слід провести дослідження під час якого проаналізувати економічну доцільність різних видів гарячого водопостачання.»

Й у ході бесіди аналізуємо, що ж нам потрібно для розв'язання цієї задачі й де ми ці дані можемо почерпнути. «Для аналізу ситуації тобі знадобляться такі дані, поміркуй де їх можна отримати й як перевірити їх достовірність: вартість 1 м³ природного газу для населення, 1 кг обраного виду твердого палива, 1 кВт·год електричної енергії; густина природного газу, води; питома теплота згоряння природного газу та обраного виду твердого палива; ККД проточного газового нагрівника, твердопаливного котла та електричного бойлера.»

У процесі здійснення пошуку вихідних даних формується ключова «інформаційно-цифрова компетентність». Бажано, щоб учні критично оцінили дані в мережі Інтернет до якої в більшості з них є доступ завдяки смартфонам.

Розв'язуючи задачу учень здійснює алгебраїчні перетворення, розв'язує рівняння – формуємо ключову «математичну компетентність».

До виконання подібних завдань часто долучаються батьки, оскільки відповідь на таку задачу становить для них практичний інтерес, а учні усвідомлюють необхідність вчитися впродовж життя. Отже, ми формуємо ключову компетентність «уміння вчитись впродовж життя» не лише в учнів, а й у батьків.

Добір обладнання, вивчення цінових пропозицій інтернет-магазинів, складання кошторису витрат допомагає сформуванню ключову компетентність «ініціативність та підприємливість». А вивчення технічних характеристик обладнання, інструкцій з експлуатації, аналіз впливу на довкілля дає змогу

формувати ключову компетентність «екологічна грамотність та здорове життя».

Особливим типом фізичних задач є якісні, які не потребують математичних розрахунків. Розв'язуючи подібні задачі, учні «глибше розуміють сутність фізичного явища, відкривають його з усіх боків». З незначними затратами часу вони ознайомлюються із застосуванням фізики у техніці і побуті, обґрунтуванні природних та антропогенних явищ і процесів у навколишньому середовищі. Використання якісних задач сприяє збудженню інтересу до фізики, розвитку мислення уважності й спостережливості.

1.3. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі формування компетентностей учнів

Сучасне комп'ютерне обладнання надає можливість старшокласникам оперувати з реальними та віртуальними моделями, конструкторами, що демонструють принцип роботи різноманітних приладів.

Аналіз досліджень дає змогу зробити висновок про можливість й необхідність використання ІКТ в якості засобу формування предметної компетентності з фізики та ключових компетентностей старшокласників.

Слід зазначити, що робота сучасної техніки тісно пов'язана з використанням інформаційних технологій, а сама техніка використовується практично у всіх сферах життєдіяльності людини. Це один із 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 знань. Оскільки сучасні ІКТ цікаві й значущі для молоді, то вони повинні бути одним з основних змістових компонентів сучасної 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: соцмережі, 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.

Нині вчитель повинен вміти використовувати такі педагогічні та інформаційно-комунікаційні технології, які сприяли б розвитку навчально-пізнавальної активності, самостійності, а також формуванню та розвитку ключових компетентностей. Серед таких технологій є технологія мобільного навчання з використанням принципу BYOD у процесі навчання фізики.

BYOD (Bring Your Own Devices – «візьми свій власний пристрій») – це принцип активного використання для навчальних занять смартфонів, ноутбуків, планшетів та інших цифрових пристроїв. Але ці пристрої не надаються навчальним закладом, а використовують власні пристрої школярів. Цей

принцип прийшов до шкіл з бізнесу, де використання BYOD дає можливість залучати й утримувати талановитих робітників. Принцип BYOD має на меті зробити працівників щасливими, розширити їх права та можливості, зробити мобільними та підвищити продуктивність. Використання цього принципу у школі тісно пов'язано з використанням принципу політехнізму й дозволяє підвищити ефективність навчання на уроках фізики.

Більшість старшокласників 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.

Використання смартфонів на уроках фізики дозволяє успішно реалізувати принципи політехнізму. Важливим є, що кожен учень може виконувати відповідні завдання прикладного характеру з використанням смартфонів не тільки під час уроків, але й виконуючи навчальні проекти та самостійні дослідження в позаурочний час. Крім формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики, відбувається формування ключових компетентностей, закладених Новою українською школою.

Розглянемо використання вчителем застосунків для смартфонів під час вивчення розділу «Механічний рух» для формування понять переміщення, траєкторія, швидкість, середня шляхова швидкість. Результати анкетування учителів і учнів свідчать, що вивчення механічного руху взагалі і нерівномірного зокрема, зводиться 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 це 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 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. 1.3). 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.

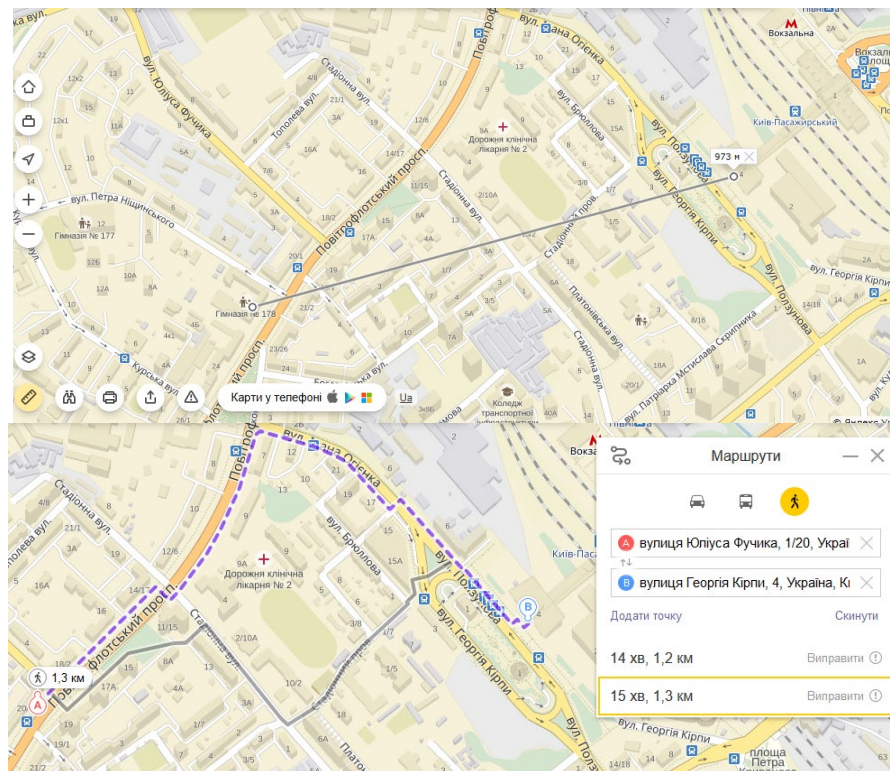


Рис. 1.3 Переміщення та шлях на електронних картах

Незамінним помічником у великому місті є створений у Львові в 2011 році додаток easyway, що надає інформацію про всі маршрути та зупинки громадського транспорту 50 міст України, включаючи Київ та Харків. Використовуючи дані додатку можна проілюструвати поняття середня швидкість руху, фізичні принципи роботи систем геолокації й створити значну кількість практикоорієнтованих задач оперуючи такими фізичними величинами, як швидкість, шлях, час (рис. 1.4). Прикладом такої задачі може бути розрахунок середньої швидкості руху автобуса на маршруті, якщо відомі дані про протяжність маршруту та час руху.

Отже, ми формуємо ціннісні ставлення «людина-техніка» й учні здобувають політехнічні уміння та досвід практичної діяльності. Знання стають особистісно значущими, бо школяр усвідомлює де він може їх застосувати.

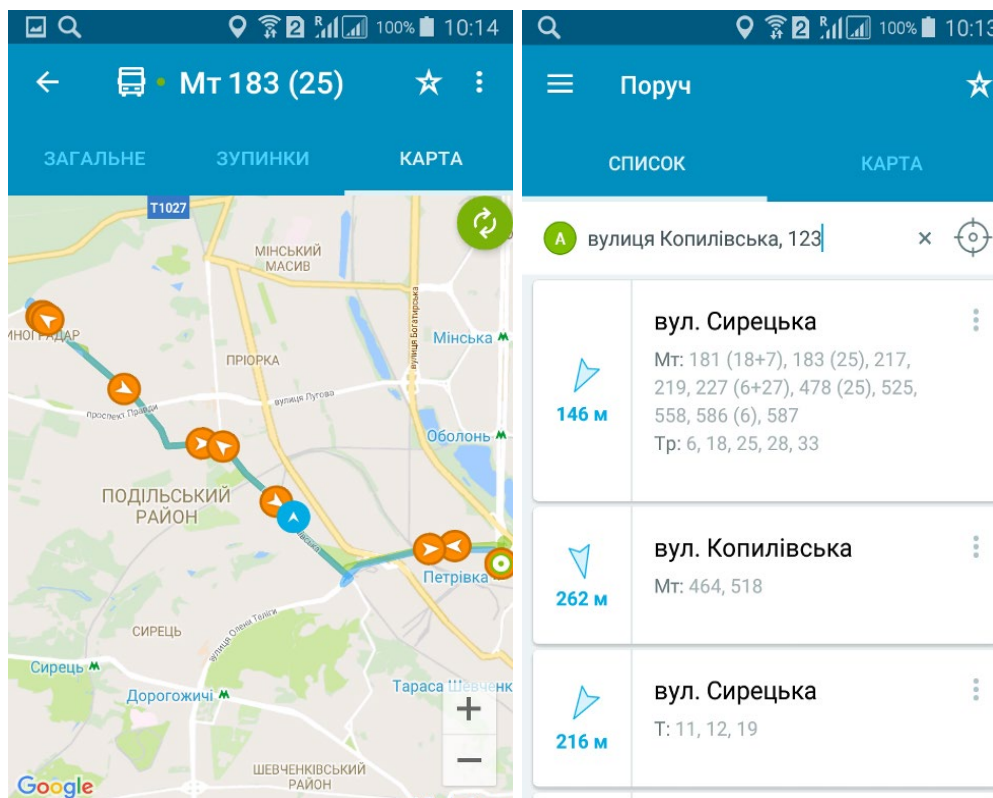


Рис. 1.4. Практикоорієнтовані задачі за даними отриманими з додатку Easyway

Крім подібного програмного забезпечення сучасні смартфони мають величезну кількість чутливих й точних датчиків (рис. 1.5). 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'ять 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.



Рис. 1.5. Смартфон – цифровий вимірювальний комплекс

Учні активно використовують датчики для розваг та ігр. Використовуючи акселерометр у грі можна крутити кульку, нахиляючи 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 смартфону. Все це відбувається завдяки акселерометру, датчику, що визначає положення смартфона в трьох площинах. Цей датчик є у всіх смартфонах.

Якщо встановити відповідне програмне забезпечення, то смартфон може бути використано для заміни таких фізичних приладів як секундомір, метроном, генератор звуку, стробоскоп тощо. Й ці всі функції доступні школяр у завжди, коли є з собою смартфон. Таким чином ми озброюємо школярів інструментом для фізичних досліджень не лише на уроках фізики, але й вдома, й у дорозі.

Сучасні смартфони та планшети – це потужні і складні пристрої з безліччю схем, плат і датчиків. Саме використання датчиків й може допомогти 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 умовно 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 можна в процесі досліджень рівня магнітного поля під час вивчення розділу «Магнітні явища» курсу фізики основної школи. Вимірювання можна 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 чохлами-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 можна 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. 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 можна 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.

Отже, 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.

За допомогою смартфона можна досліджувати, наприклад, гучність звуку, що створюються різними джерелами. Використання смартфона дозволяє не обмежуватися часом уроку для дослідження звукового забруднення навколишнього середовища, а й зробити виміри рівня шуму біля автодороги, будинки, в лісі, на дискотеці, а також в різний час доби. Проведення таких досліджень дозволяє реалізувати наскрізні змістові лінії: «Екологічна безпека та сталий розвиток», «Здоров'я та безпека». А також формувати такі ключові компетентності, інформаційно-цифрова (пошук інформації про допустимі впуски шуму, використання цифрових вимірювальних приладів і програмного забезпечення), екологічна грамотність і здоровий спосіб життя (запобігання негативного впливу шуму на організм людини), вміння вчитись протягом усього життя.

Також смартфони з встановленим програмним забезпеченням для тестування знань учнів можна використовувати як інструмент оперативного контролю на різних етапах навчання.

Для вирішення практико-орієнтованих завдань доцільно ознайомити учнів з програмами-конвекторами в СІ позасистемних одиниць довжини і об'єму використовуваних в різних галузях промисловості і транспорту Європейського союзу.

Розрахунки, що виконуються учнями при вирішенні практико-орієнтованих завдань або при обробці результатів експерименту, вимагають використання калькулятора. Слід привчати учнів до використання інженерного (наукового) калькулятора, як окремого приладу, і як програми для смартфонів. Інтерфейси програм різних виробників можуть істота відрізнятися, але всі вони дозволяють оперувати з числами представленими в стандартному вигляді.

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. Разом реальний стан наявності такого обладнання в переважній більшості загальноосвітніх шкіл є досить незадовільним за відсутності централізованого постачання останнього в школи і недостатнього фінансування.

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. 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.

Проте слід пам'ятати, 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. 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 на базі сучасних комп'ютерних комплексів. Переваги цієї тестової оболонки в автоматичному виставленні оцінки у дванадцятибальній системі, простота, відсутність непотрібних операцій. Різним учням випадають різні питання. Але оболонка працює лише з тестовими завданнями закритої форми (з вибором однієї або кількох 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 процеси 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.

Отже, сучасна профільна освіта неможлива без використання новітньої електронної техніки та інформаційних технологій. Під час формування предметної та ключових компетентностей учнів повинен використовуватись весь спектр мультимедійних, інтерактивних засобів навчання, а також особлива увага приділяється опануванню сучасною технікою, вивченню принципів її роботи та управління нею.

1.4. Формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики старшокласників

Історично так склалося, що шкільний курс фізики за своїм змістом є політехнічним. Фізика служить теоретичною базою більшості галузей сучасного виробництва і має широке застосування в різних сферах людської діяльності. Їй належить провідна роль у реалізації політехнічного принципу навчання. Цей принцип вимагає спеціального добору і систематизації змісту освіти.

Концептуальні засади реформування загальної середньої освіти, демократичні зміни в суспільстві визначили пріоритети реформування вітчизняної освіти та шляхи її інтеграції в європейський освітній простір. У XXI столітті в Україні набули актуальності проблеми щодо підвищення практичної спрямованості шкільної освіти та оцінювання результативності навчання з позиції компетентності учнів як інтегрованого результату навчання. Тенденції розвитку сучасного суспільства, швидка інтеграція в європейську економічну й політичну спільноту багато в чому змінили вимоги до підростаючого покоління. Перед системою освіти постають завдання виховання людини, готової жити у XXI столітті, здатної до самовдосконалення, самоосвіти, самореалізації. Освіта повинна забезпечувати адекватність потенціалу трудових ресурсів техніці,

технологіям, методам управління виробництвом, які сьогодні оновлюються дуже швидко.

Як показує практика, освітньо-кваліфікаційний потенціал суспільства в політехнічному напрямку не відповідає його запитам. Це негативно позначається на якості трудових ресурсів і призводить до того, що багато фахівців не справляються зі своїми обов'язками. Однією з причин цієї проблеми може служити невисокий рівень політехнічної освіти школярів.

Економічний розвиток країни значною мірою визначається рівнем підготовки молоді, здатної у майбутньому забезпечити розвиток науки та високотехнологічного виробництва. Ця підготовка має починатися ще у школі, всі випускники повинні мати відповідні особисті якості, орієнтуватися в сучасному технічному світі й мати уявлення про основи й фізичні принципи сучасної техніки й технологій та їх вплив на навколишній світ. Якщо молоді люди будуть свідомо ставитись до техніки та її розвитку, то вони зможуть швидко й ефективно оволодівати новими технологіями, здійснювати інноваційну діяльність, розвивати й модернізувати економіку, щоб забезпечити конкурентоздатність країни.

Шкільна фізика має власну логіку побудови навчального матеріалу і вивчається за певною системою: послідовність викладу змісту – механіка, молекулярна фізика, теплота, електрика, оптика, атомна і ядерна фізика; розгляд застосування техніки та технологій окремих виробництв, на яких переважають фізичні процеси, на уроках фізики є не самоціллю, а ілюстрацією практичної значущості досліджуваних природних явищ, законів і теорій.

Для актуалізації політехнічної освіти велику увагу слід приділяти зміні структури сучасних наукових досліджень. Фізика, як і інші природничі науки, все більше розвивається як один із основних напрямів вивчення можливостей і способів застосування законів природи в інтересах виробництва. У практиці шкільного навчання врахування цього призводить до з'єднання вивчення фундаментальних фізичних явищ, законів і теорій та їх технічних додатків.

Наразі відсутній єдиний підхід до визначення змісту політехнічної освіти як в середній, так і вищій школі. Зміст цієї освіти визначається виходячи із змісту досліджуваних наукових основ техніки і технології виробництва, а сьогодні – ще й інформаційних технологій та робототехніки. Однак оновлення державних освітніх стандартів, які передбачають компетентнісний підхід до освіти підростаючого покоління, удосконалення технічних засобів навчання потребує перегляду принципів, змісту, форм і методів політехнічної освіти.

В умовах науково-технічної революції школа повинна давати не тільки певну суму знань, але й навчити майбутнього фахівця творчо мислити, самостійно вдосконалювати, оновлювати та розвивати свої знання. Знання політехнічних основ сучасного виробництва, що інтенсивно розвивається, не тільки допоможе молоді швидко опанувати ту чи іншу спеціальність, але

й зробити її професійно затребуваною та мобільною. Кінцева мета такої освіти – вироблення якостей особистості, що дозволяють вільно орієнтуватися у всій системі суспільного виробництва

Особлива роль в реалізації компетентнісного підходу належить політехнізму, аналогом у світовій практиці є STEAM-освіта (Science – наука, Technology – технологія, Engineering – інженерія, Art – мистецтво, Mathematics – математика), що передбачає інтеграцію природознавства, трудового навчання, технологічних предметів, математики та мистецтва.

Відзначимо, **що політехнічними** є знання, що належать 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. Їхній зміст являє собою систему наукових понять, законів, що відображають основи сучасної техніки, виробництва 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 значна мобільність та міжпрофесійний характер. Політехнічні знання забезпечують нерозривну єдність інтелектуального та дієво-практичного чинників формування особистості.

До **політехнічних умінь** належать 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 займає вміння застосовувати набуті знання на практиці, у виробничій та побутовій сферах діяльності людини.

У процесі дослідження встановлено, що **політехнічно значущими якостями особистості** є критичне та креативне мислення, комунікативний потенціал, практична спрямованість, інтегративність, динамічність, здатність до самостійної та творчої діяльності, самоаналізу, орієнтації в системі суспільного виробництва, активність, відповідальність.

Досвід практичної діяльності розкрито на основі практичного застосування законів природи і суспільства. Їх вивчення сприяє підвищенню теоретичного рівня освіти, розвитку мислення, пробудженню інтересу до науки та виробництва. Застосування комплексу сучасних технологій дає змогу отримувати цілісну систему основ наук. Впродовж XX століття під поняттям «*політехнічні технології*» розуміюли переважно виробничі та сільськогосподарські, на сучасному ж етапі розвитку суспільства до них додалися ще й інформаційні.

Формування **ціннісних ставлень** спрямовано на збереження навколишнього середовища, гармонійну взаємодію людини, природи та техніки, а також ідеї сталого розвитку.

Вивчення основ роботи сучасної техніки, комп'ютерних та інформаційних технологій забезпечує розвиток мотиваційно-ціннісної сфери особистості учня, його переконань та інтересів. Велике значення у доборі змісту політехнічної освіти має накопичений вітчизняний та міжнародний досвід енергозбереження й енергоефективності.

Основні завдання політехнічної освіти в процесі навчання фізики – формування знань про наукові основи сучасного виробництва, системи політехнічних умінь і навичок, практичне оволодіння об'єктами техніки та технологій, розвиток творчих здібностей і технічного мислення, підготовка учнів до праці в галузі сучасної техніки.

Відповідно до основних завдань формується зміст політехнічної освіти, що реалізується у процесі взаємозалежної діяльності вчителя та учня. Причому, діяльність учителя спрямована на розкриття фізичних основ сучасного виробництва, передбачає управління сприйняттям учнем політехнічного матеріалу з урахуванням рівня сформованості вмінь і навичок, висвітлення практичного застосування фізичних законів і теорій у техніці. Учень не повинен бути пасивним слухачем, передбачається його активна пізнавально-перетворювальна, науково-виробнича, самостійна продуктивна, пошуково-творча, дослідницька, трудова діяльність.

Механізм реалізації принципу політехнізму в курсі фізики складається із вивчення фізичних основ дії конкретного технічного пристрою, розуміння технологічного принципу, що лежить в основі його конструктивних властивостей, навчання вмінню використовувати конкретні технічні пристрої.

У результаті цілеспрямованої взаємопов'язаної діяльності вчителя та учня з опорою на зазначений механізм формуються політехнічні знання, уміння та навички, ціннісні ставлення й досвід практичної діяльності. Під час проектування змісту політехнічної освіти слід ураховувати наявність й зміст позакласних та факультативних занять з фізики.

Процес навчання фізики на профільному рівні в старшій 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.

Одним із принципів відбору матеріалу з метою формування політехнічного складника предметної компетентності учнів з фізики є урахування потреб суспільства у кадрах. Потрібно звертати увагу учнів, насамперед, на набуття тих професій, в яких господарство регіону, міста або селища має найбільшу потребу. Наприклад, в Донбасі – центрі вуглевидобування та металургії – з професіями гірників та металургів, а в Херсоні, де текстильне виробництво – з масовими професіями текстильної промисловості. У сільських школах профорієнтація стосується передусім сільськогосподарських професій і

пов'язаних з обслуговуванням сучасної машинної техніки. Тому під час добору політехнічного матеріалу і конкретних прикладів прикладного характеру слід ураховувати специфіку виробничого оточення школи.

У процесі добору змісту політехнічного складника предметної компетентності учнів з фізики слід зважати на виокремлені Г. Імашевим основні напрями науково-технічного прогресу, за якими рекомендується здійснювати формування інформаційного матеріалу (табл. 1.6).

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

Причому, діяльність учителя, спрямована на розкриття фізичних основ сучасного виробництва, передбачає керівництво засвоєнням учнем політехнічного матеріалу. Добираючи матеріал політехнічного змісту вчитель повинен враховувати особливості регіону, наявне виробництво та побут учнів. Знання мають бути особистісно значущими, висвітлювати практичне застосування вивчених законів і теорій у техніці.

Таблиця 1.6

Сучасні напрями науково-технічного прогресу в курсі фізики

Найважливіші напрями науково-технічного прогресу	Галузі виробництва та техніки	Фізичні основи дії конкретних технічних об'єктів
Механіка	Механізація виробництва. Будівництво. Транспорт	Механічний рух. Робота, потенціальна та кінетична енергія, потужність
Автоматизація	Автоматика. Електронна техніка. Радіотехніка та зв'язок. Автоматика та приладобудування	Термоелектричні явища. Датчики та підсилювачі. Явище електромагнітної індукції
Енергетика	Електрифікація. Сільське господарство. Електроенергетика. Електротехніка	Теплові явища. Змінний струм. Передача електричної енергії та її використання
Електронно-обчислювальна техніка	Електроніка. Кібернетика. Оптоелектроніка. Світлотехніка	Напівпровідникові прилади. Електромагнітні коливання та хвилі

Створення нових матеріалів з заданими властивостями	Виробництво нових матеріалів. Металургія. Будівництво. Електротехніка	Механічні, теплові, електрофізичні, діелектричні та магнітні властивості матеріалів
---	--	---

Під час формування політехнічного складника предметної компетентності старшокласників з фізики необхідно забезпечити вчителя засобами організації та управління процесом навчально-пізнавальної діяльності, а школярів – учіння, які стимулюють, активізують самостійну діяльність на уроках та вдома, сприяють підвищенню ефективності навчання і забезпечують особистісний розвиток учня.

З'являється потреба постійного переосмислення відомих і набуття нових знань про людину, суспільство і природу, необхідність, аби члени суспільства опановували ці знання, набували навичок життєдіяльності в сучасному світі. Людина повинна навчатися впродовж усього життя, а система освіти має надавати їй такі можливості. Тоді знання виступають як основа поведінки і професійної діяльності.

Однією з ключових компетентностей «Нової української школи» є вміння навчатися впродовж життя. Здатність до пошуку та засвоєння нових знань, набуття вмінь і навичок, визначення навчальних цілей та способів їх досягнення, вибудовувати власну навчальну траєкторію, оцінювати результати навчання, навчатися впродовж усього життя.

Основною навчальною книгою є підручник, що має сприяти розвитку учнів, формуванню в них предметної компетентності на основі фізичних знань, наукового світогляду й відповідного стилю мислення, розвитку експериментальних умінь, дослідницьких навичок, творчих здібностей і схильності до креативного мислення.

Нині питанню створення нового покоління підручників, за якими навчалася б дитина з урахуванням потреби самостійної та безперервної освіти впродовж життя надано значної уваги, але поки що зроблено лише перші кроки. Учителі хоча й розуміють необхідність навчити учнів навчатися, але не знають, як цього досягти, що суттєво позначено як на ефективності навчально-виховного процесу, так, власне, і освітньому рівні учнів. Усвідомлене (раціональне, оптимальне, ефективне) навчання має бути самоорганізованим, а вчитель має лише ставити перед ними загальні цілі навчання й надавати потрібну допомогу.

Відповідно до чинної програми з фізики можна запропонувати такі ресурси формування політехнічного складника предметної компетентності учнів старшої школи на профільному рівні з фізики

Таблиця 1.7

Ресурси формування політехнічного складника предметної компетентності з фізики під час вивчення теми «Вступ»

Зміст навчального матеріалу
Природничі науки та світогляд сучасної людини. Зародження й розвиток фізики як науки. Роль фізичного знання в житті людини та суспільному розвитку. Теорія та експеримент, роль фундаментальних фізичних теорій. Фізичні моделі. Одиниці фізичних величин, Міжнародна система одиниць. Прямі та непрямі вимірювання, похибки вимірювань. Систематичні та випадкові похибки. Зв'язки між математикою та фізикою. Скалярні та векторні величини, проекції векторів, поняття про похідну та інтеграл. Наближені обчислення, поняття про числові методи та комп'ютерне моделювання фізичних процесів. Зв'язки між фізикою та сучасними цифровими технологіям.
Ресурси
Побутові, вимірювальні прилади, технічні засоби навчання, інструкції використання, безпеки життєдіяльності під час уроків фізики. Засоби вимірювання. Міри та вимірювальні прилади (лінійка, мірна стрічка, штангенциркуль, лазерний далекомір, мірний стакан, мензурка 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 їх експлуатації. Науковий калькулятор як застосування смартфонів

На вступник уроках допрофільного курсу фізики доцільно ознайомити учнів із 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, умінь та досвіду практичної діяльності для самореалізації та власного розвитку у сучасному високотехнологічному інформаційному суспільстві. Саме на цих уроках формується позитивне ставлення й пізнавальний інтерес до фізики.

Особливу увагу учнів слід звернути на безпеку життєдіяльності й використання техніки. Перевантаження побуту людини механізмами, технікою й апаратурою не лише підвищує її комфорт, а й створює значні проблеми, пов'язані з порушенням екологічної, санітарної та психологічної рівноваги життєвого простору. Технічно складні вироби вносять у побут декілька серйозних змін, що полягають у підвищенні рівня шуму, появи 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.

У процесі вивчення цього розділу учнів озброюють методами пізнання природи. Особливий акцент здійснюється на тому, що фізика є

природничою наукою й особливе місце в профільному курсі фізики набувають методи математичної фізики.

До навчальної програми належать питання, які згідно попереднього стандарту вивчалися в математиці та інформатиці. Зокрема, це основи векторної алгебри, наближені обчислення, поняття про похідну та інтеграл й їх фізичний зміст. Зниження пізнавальної активності підлітка під час вивчення цієї теми пов'язано з недостатніми математичними знаннями. Тому вчителю слід звернути особливу увагу на формування математичної компетентності учнів як ключової. Адже це необхідна умова успішного застосування отриманих фізичних знань та формування предметної компетентності.

Конструкторські вміння учнів формуються під час самостійного створення різноманітних фізичних приладів (мірний стакан, мензурка) або, наприклад, шкали ноніуса. Крім того, виготовлення приладу активізує процес творчості, спонукає учнів проявити кмітливість та винахідливість. У процесі виготовлення приладу, його демонстрації учні отримують позитивні емоції. У конструкторській діяльності учні мають уявляти створюваний об'єкт, кінцеву й проміжну цілі, інакше вони не зможуть подумки сконструювати, спрогнозувати процес досягнення поставленої мети.

Важливим є усвідомлення особистісної значущості отриманих фізичних знань. З цією метою 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. Поряд з предметною формуються й ключові компетентності – «математична», «інформаційно-цифрова», «ініціативність і підприємливість».

Різнорічні арифметичні розрахунки, що здійснюють учні, розв'язуючи практико-орієнтовані задачі або опрацьовуючи результати експерименту, потребують застосування калькулятора. Слід привчати учнів до використання інженерного (наукового) калькулятора як окремого приладу. Інтерфейси калькуляторів різних виробників суттєво різняться, проте вони дають змогу виконувати операції з числами поданими у стандартному вигляді.

Під час розв'язування практико-орієнтованих задач доцільно також познайомити учнів з програмами-конверторами в СІ позасистемних одиниць довжини та об'єму, що зустрічаються в літературних творах чи традиційно використовуються в різних галузях промисловості, транспорті країн Європейського союзу.

Поряд з традиційними приладами з метою формування ціннісного ставлення до сучасної цифрової техніки доцільно ознайомити учнів з лазерним далекоміром, лічильниками об'єму спожитої води, газу та особливостями їх використання.

**Ресурси формування політехнічного складника предметної
компетентності учнів з фізики під час вивчення розділу «Механіка»**

Зміст навчального матеріалу
Основні поняття кінематики: простір і час, механічний рух, його відносність, система відліку, способи опису руху, траєкторія, шлях, переміщення. Основна задача механіки. Середня швидкість і середня шляхова швидкість. Поняття про миттєву швидкість руху (на основі уявлень про векторні величини та похідну). Закон додавання швидкостей. Прямолінійний рівномірний рух як найпростіший вид руху. Прискорення, рух з постійним прискоренням (прямолінійний і криволінійний). Рівняння рівноприскореного прямолінійного руху. Графіки залежності кінематичних величин від часу для рівноприскореного прямолінійного руху. Вільне падіння та криволінійний рух під дією постійної сили тяжіння. Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Кутова швидкість. Період обертання та обертова частота. Доцентрове (нормальне) прискорення. Нерівномірний рух матеріальної точки по колу. Зв'язок лінійних і кутових величин, що його характеризують. Тангенціальне та нормальне прискорення. Відносні та інваріантні величини. Фундаментальні взаємодії. Види сил у механіці. Вимірювання, додавання сил. Рівнодійна. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея. Інертність і маса. Закони динаміки Ньютона, межі їх застосування. Гравітаційна взаємодія та гравітаційне поле, сила тяжіння. Припливні ефекти. Вага та невагомість. Перша космічна швидкість. Розвиток космонавтики, внесок українських учених у дослідження космосу. Сили тертя. Коефіцієнт тертя ковзання. Сила опору під час руху тіла в рідині або газі. Рух тіла під дією кількох сил. Алгоритм розв'язання задач динаміки. Рівновага тіл. Момент сили, центр тяжіння тіла. Стійкість рівноваги. Рух твердого тіла. Центр мас. Момент інерції. Основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла. Неінерціальні системи відліку. Рух тіл у неінерціальних системах відліку. Сили інерції. Відцентрова сила. Явища, що спостерігаються в неінерціальних системах відліку. Вплив добового обертання Землі на значення прискорення вільного падіння. Відцентрові механізми. Штучне тяжіння. Консервативні (потенціальні) сили. Застосування законів збереження енергії та імпульсу в механічних явищах. Реактивний рух у сучасній техніці. Друга космічна швидкість. Пружні та непружні зіткнення. Рівновага та рух рідини та газу. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі. Підймальна сила крила. Кінетична енергія тіла, що обертається. Момент інерції, теорема Штейнера. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Закони Кеплера як наслідок законів механіки Ньютона. Застосування законів механіки до коливального руху. Гармонічні коливання. Рівняння гармонічних коливань. Додавання гармонічних коливань. Умови виникнення вільних

коливань. Найпростіші коливальні системи (математичний, фізичний, пружинний маятники). Енергія коливань. Затухання вільних коливань. Вимушені коливання. Резонанс. Автоколивання. Поширення механічних коливань у пружному середовищі

Ресурси

Вимірювальні прилади (спідометр, мірна стрічка). Побутові прилади для демонстрації механічних явищ. Курвіметр. Застосування смартфонів (вимірювання відстані, швидкості, кількості кроків тощо). Різні види маятників. Будівельні механізми і машини. Сільськогосподарські машини. Транспорт. Терези, динамометр. Підшипники

Такий перший наочний розділ другого концентру вивчення фізики. Базові знання, здобуті учнями в курсі фізики основної школи поглиблюються, систематизуються. Старшокласники, що вивчають фізику на профільному рівні, пов'язують майбутню професійну кар'єру з використанням набутих знань під час вивчення профільного курсу фізики. Водночас, допомогти самовизначитись у світі професій важливо особливо на початку навчання у старшій профільній школі. Вибір профілю має стати усвідомленим й учні на початку 10-го класу ще мають змогу безболісно змінити профіль навчання.

Розповідаючи про розділ і його історію, а також важливість для людства, з метою профорієнтації учням слід наводити приклади професій, в яких можуть знадобитися ці знання. Наприклад, це професія електромеханіка-ліфтера – 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 – чітке 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.

Під час вивчення 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. Під час розв'язання 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.

У процесі вивчення 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 підіймальної 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 із явищами, які учні спостерігають у громадському транспорті, наприклад явище інерції; гальмівний шлях автомобіля на сухому й вологому асфальті, зважування на ринку та у супермаркеті тощо.

Важливим для формування політехнічного складника предметної компетентності учнів з фізики розгляд будови та принципу дії насосу та гідравлічного пресу. Вивчення подібних механізмів сприяє розвитку технічного та конструкторського мислення. Насос й гідравлічний прес легко сконструювати з одноразових шприців різного об'єму й дослідити їх роботу.

Шляхи збільшення та зменшення тиску можна продемонструвати під час користування різними пристроями та інструментами, зокрема різальними, наприклад, гострим ножом легше різати, а на лижах людина не провалюється в сніг.

Крім приладів, що безпосередньо призначені для вимірювання фізичних величин, що вивчаються у розділі слід звернути увагу на використання у побуті й техніці різноманітних датчиків та приладів, якими учні користуються у побуті, наприклад, 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 важливо учнів познайомити, крім українських позначень фізичних величин й з міжнародними. Тим самим ми формуємо у учнів ключову компетентність «Спілкування іноземними мовами».

Вивчаючи умови плавання слід оперувати тими об'єктами, що відомі учням, наприклад човен на ставку, повітряна кулька. Під час вивчення цієї теми можна провести порівняння величини робіт, виконаних різними інструментами; навести приклади інструментів, що діють за принципом важеля. Порівняння потужностей людини та машини під час виконання роботи. Перехід енергії із 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

Таблиця 1.9

Ресурси для організації формування політехнічного складника предметної компетентності учнів з фізики при вивченні розділу «Молекулярна фізика та термодинаміка»

Зміст навчального матеріалу
Основні положення молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) будови речовини. Маса та розміри атомів і молекул, стала Авогадро. Ідеальний газ як фізична модель. Тиск газів. Основне рівняння МКТ газів. Температура. Броунівський рух, дифузія. Рівняння стану ідеального газу. Ізопроцеси. Швидкості руху молекул газу та їх вимірювання. Дослід Штерна. Уявлення про розподіли Максвелла та Больцмана. Реальні гази, рівняння Ван-дер-Ваальса. Властивості насиченої та ненасиченої пари. Вологість повітря, її вимірювання. Точка роси. Рівновага фаз та фазові переходи. Критичний стан, діаграма стану речовини (фазова діаграма). Зрідження газів. Будова рідини. Поверхневий натяг рідини. Змочування. Капілярні явища. Тиск Лапласа. Тверді тіла (кристалічні та аморфні). Монокристали, полікристали. Анізотропія кристалів. Поліморфізм.

Види деформації твердих тіл. Механічна напруга твердих тіл. Закон Гука, модуль Юнга. Механічні властивості твердих тіл, їх теплове розширення. Дефекти в кристалах. Рідкі кристали та їх властивості. Основні поняття термодинаміки. Внутрішня енергія. Перший закон термодинаміки. Кількість теплоти та робота в термодинаміці. Застосування першого закону термодинаміки до ізопроцесів в ідеальному газі. Адіабатний процес. Теплоємність газів. Теплові двигуни. Оборотні та необоротні процеси. Другий закон термодинаміки. Поняття про ентропію. Цикли теплових машин. Коефіцієнт корисної дії (ККД) теплових машин. Цикл Карно. Холодильна машина

Ресурси

Термос. Калориметр. Біметалева пластинка. Кондиціонер. Холодильник. Термометри різних конструкцій. Теплоаккумуляція в тепличних господарствах. Теплоізолюючі матеріали. Нагрів та охолодження повітря в кімнаті. Теплоізоляційні ручки посуду. Двигуни внутрішнього згоряння різних конструкцій.

Перехід від вивчення механічної форми руху до теплової – важливий етап у формуванні знань і наукового світогляду учнів. Слід підкреслити, що теплові явища зумовлені дискретною структурою речовини, тобто наявністю величезної кількості взаємодіючих частинок (атомів і молекул), з яких складається речовина. Ознайомлюючись з молекулярно-кінетичною теорією, учні входять у світ мікроскопічних процесів, для опису яких широко використовуються абстракції, моделі явищ, узагальнення і передбачення.

Основи молекулярно-кінетичної теорії слід добре обґрунтувати: учні мають дістати уявлення про розміри і масу молекул, про досліди, що підтверджують теорію (дифузія, броунівський рух), про методи розв’язування задач молекулярної фізики. Вивчення молекулярної фізики дає змогу зосередити увагу учнів на таких важливих питаннях, як матеріальність світу, взаємозв’язок між явищами, їх пізнаваність і невичерпність пізнання.

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 будинку учні вчать 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.

Формування політехнічний 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 так, 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.

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.

Таблиця 1.10

**Ресурси для організації формування політехнічного складника
предметної компетентності учнів з фізики при вивченні теми
«Електродинаміка»**

Зміст навчального матеріалу
Електричне поле. Напруженість електричного поля. Силові лінії електричного поля. Точковий заряд як електричний аналог матеріальної точки. Електричне поле точкових зарядів. Принцип суперпозиції, електричне поле системи зарядів. Потік напруженості електричного поля. Теорема Гауса. Провідники та діелектрики в електростатичному полі. Диполь. Поляризація діелектриків. Діелектрична проникність речовини. Електрети і сегнетоелектрики. Пієзоелектричний ефект обота при переміщенні заряду в однорідному електростатичному полі. Потенціальний характер електростатичного поля. Потенціал електричного поля. Різниця потенціалів. Еквіпотенціальні поверхні. Зв'язок напруженості однорідного електричного поля з різницею потенціалів. Вимірювання елементарного електричного заряду. Дослід Міллікена. Потенціальна енергії взаємодії точкових зарядів. Електроємність. Електроємність провідників. Конденсатори та їх використання в техніці. Види конденсаторів. Електроємність плоского конденсатора. З'єднання конденсаторів. Енергія зарядженого конденсатора. Енергія електричного поля. Густина енергії електричного поля. Електрорушійна сила (ЕРС). Закон Ома для неоднорідної ділянки кола та повного кола. Коротке замикання. Визначення електричного опору кола з послідовним і паралельним з'єднанням провідників, розгалуженого електричного кола. Вимірювання в електричних колах, шунти та додаткові опори. Правила Кірхгофа. Робота та потужність електричного струму на різних ділянках повного кола, тепла дія струму.

Безпека під час застосування електричних пристроїв. Порівняльна характеристика різних середовищ, через які може протікати електричний струм (металів, розчинів і розплавів електролітів, газів, плазми, напівпровідників): вільні носії заряду, залежність питомого опору від температури. Надпровідність, електроліз, закони електролізу, типи самостійного розряду в газах. Плазма. Термоелектронна емісія та струм у вакуумі, його застосування. Електронні пучки та їх застосування. Принцип дії електронно-вакуумних приладів на прикладі вакуумного діоду. Власна й домішкова провідність напівпровідників, електронно-дірковий перехід і його властивості. Напівпровідниковий діод, біполярний та польовий транзистори. Напівпровідникові технології та елементна база сучасної обчислювальної техніки. Термоелектричні явища та їх застосування в техніці. Магнітна взаємодія та магнітне поле. Індукція магнітного поля. Сила Ампера та сила Лоренца. Закон Біо-Савара-Лапласа. Теорема про циркуляцію індукції магнітного поля, її застосування. Магнітне поле соленоїда. Взаємодія струмів. Рух зарядженої частинки в однорідному магнітному полі. Циклотрон, маспектрограф. Магнітний момент рамки зі струмом. Досліди Фарадея. Електромагнітна індукція. Правило Ленца. Закон електромагнітної індукції. Самоіндукція. ЕРС самоіндукції, індуктивність. Вихрове (індукційне) електричне поле. Вихрові струми. Енергія магнітного поля котушки зі струмом, густина енергії магнітного поля. Гіпотеза Д.Максвелла. Взаємозв'язок електричного та магнітного полів як свідчення про існування єдиного електромагнітного поля.

Ресурси

Лічильник електричної енергії. Лампи розжарення, люмінесцентні та світлодіодні. Штепсельні з'єднання. Провідники, що використовуються в побуті. Запобіжники. Різноманітні побутові електричні прилади. Гальванічні елементи та акумулятори. Знаки безпеки. Електромагніти. Компас. Інтегральні мікросхеми, платіжні картки та проїзні документи з магнітною стрічкою. Електричні двигуни та генератори різних конструкцій.

У розділі вводяться, формуються і розвиваються важливі поняття, які знаходять широке застосування під час вивчення інших розділів курсу. До них належать насамперед такі, як електричний заряд, електрична взаємодія, електростатичне та електричне поле, потенціал, різниця потенціалів, електроємність, енергія електричного поля. Особливе місце у політехнічних знаннях з теми відіграє вміння учнів читати електричні схеми та збирати електричне коло.

Під час вивчення електростатичних явищ виникає необхідність використовувати «незвичайні» джерела електрики: наелектризовані палички, електрофорні машини, високовольтні генератори. Це іноді призводить до появи у деяких учнів неправильних уявлень про світ електричних явищ, оскільки електрика, яку вони знають з повсякденної практики починає відрізнятися від тої, що вивчають в школі. Тому вчитель повинен повсякчасно підкреслювати єдність всіх електричних явищ, пояснювати відмінність у їх проявах різними

кількісними характеристиками (у електростатиці для дослідів використовують малі заряди у полях високої напруженості); на цьому особливо треба наголошувати.

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.

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 під час працевлаштування й соціальну напругу на ринку праці.

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 техніки. 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.

Виходячи з позицій компетентнісного підходу вважаємо, що вагомою складовою предметної компетентності з фізики є її політехнічний складник. Техніка служить людині, полегшує її життя, стала невід'ємною складовою культури. Неможливо навіть уявити життя сучасної людини без використання різноманітної техніки. Проте, одночасно з врахуванням економічної доцільності використання техніки, слід враховувати вимоги її безпечного, зручного, екологічного використання, оскільки техніка може бути й небезпечною для людини. Не врахування наслідків запровадження техніки й технологій може викликати необоротні негативні процеси для всієї цивілізації та біосфери.

На основі вищезазначеного сформулюємо кілька вимог, що характеризують ставлення «людина-техніка»: усвідомлення місця й ролі техніки в житті людини; ефективність використання техніки (грамотне, раціональне, своєчасне, результативне); розуміння екологічних наслідків використання.

Такі вимоги визначають основну мету політехнічної освіти – сформувати особливе ставлення до техніки, намагатися поєднати досягнення технічного прогресу та гуманістичні цінності, вийти за межі технічного, споживацького ставлення, усвідомити екологічну значущість грамотного використання техніки. Тому можна зробити висновок, що найзначнішою цінністю є орієнтація учнів на гармонійні відносини «людина-техніка», які визначаються усвідомленням соціальної значущості розвитку сучасної техніки, потребою її використання й мотиваційними екологічними цінностями.

Конкретизуємо компоненти політехнічного складника предметної компетентності з фізики учнів основної школи: ціннісні орієнтації – гармонійне ставлення людини до техніки; політехнічні знання – знання про принципи роботи техніки, правила безпечного її використання; політехнічні уміння (графічні, обчислювальні, вимірні, дослідницькі, діагностичні, конструкторські, контролю та самоконтролю, моделювання тощо); досвід практичної діяльності; наявність особистісних якостей (критичне та креативне мислення, комунікативний потенціал, практична спрямованість, інтегративність, динамічність, здатність до самостійної та творчої діяльності, самоаналізу, орієнтації у системі суспільного виробництва, активність та відповідальність).

Знання фізичних принципів роботи сучасної техніки необхідне усім, незалежно від вибору майбутньої професії, оскільки такі знання дають змогу 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.

Напрями розвитку політехнічної освіти можна визначити, якщо проаналізувати сучасні державні та соціальні потреби. Так, одним з них є формування практичних умінь та навичок, які старшокласники 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.

Діагностика результатів сформованості політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики на основі встановлених компонентів, а саме: діагностування ціннісних ставлень; діагностування політехнічних знань; діагностування вмінь; діагностування досвіду практичної діяльності.

Здійснення діагностики за цими компонентами дозволяє оцінити рівень сформованості політехнічного складника предметної компетентності учнів й оцінити результативність навчання.

Розглянемо більш детально діагностику кожного з компонентів.

1. Діагностика ціннісних ставлень «людина-техніка». Формування ціннісних ставлень є важливим компонентом компетентності для діагностики якого здебільшого використовують анкетні методи, які дозволяють одночасно вивчати велику кількість людей й надавати інформацію, про домінуючі в ній цінності. Для більш достовірної оцінки ціннісних ставлень необхідно поєднувати декілька методів, це може бути одночасно з анкетуванням експертна оцінка вчителя, спостереження за практичними вчинками школярів.

З метою діагностики ціннісних орієнтацій «Людина–техніка» може бути використана анкета запропонована Г. Олпортом й адаптована та доповнена нами. Анкетування може бути проведено, як з використанням системи комп'ютерної тестування TEST-W2 так й за допомогою паперових анкет.

Анкета для оцінки ціннісних орієнтацій «Людина-техніка»

1. Як часто тобі доводиться використовувати сучасну техніку та інформаційні технології в повсякденному житті?

- а) щоденно;
- б) інколи;
- в) вкрай рідко.

2. З якою метою ти використовуєш техніку та інформаційні технології?

- а) навчання, роботи та відпочинку;
- б) навчання та роботи;
- в) тільки для навчання та відпочинку.

3. Чи вважаєш ти необхідним кожному знати фізичні принципи роботи сучасної техніки?

- а) так, вважаю;
- б) повинен знати тільки фахівець,
- в) не вважаю.

4. Чи здатний ти самостійно засвоїти всі можливості електронного або цифрового пристрою (мобільного телефону, планшету, електронної книги)

- а) так, здатен самостійно засвоїти;
- б) потребую допомоги, щоб розібратися з деякими функціями;
- в) самостійно засвоїти буде складно.

5. Чи використовуєш ти весь функціонал електронного або цифрового пристрою (мобільного телефону, планшету, електронної книги)

- а) використовую повний функціонал;
- б) використовую більшість функцій, але не всі;
- в) користуюсь лише основними функціями, в інших потреби немає.

6. Чи знайомишся ти з інструкцією при роботі з новою технікою?

- а) завжди детально вивчаю;
- б) переглядаю;
- в) в цьому немає потреби.

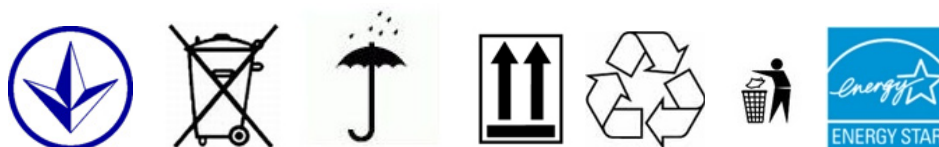
7. При роботі з новою технікою чи знайомишся ти з умовами її безпечної експлуатації?

- а) так, вивчаю вказівки з безпеки;

- б) так, запитую у друзів та знайомих, хто вже використовує подібну техніку;
в) у цьому немає потреби, й так усе зрозуміло.
8. При роботі з мобільними та електронними пристроями чи використовуєш ти режими економії батареї?
- а) так, використовую;
б) інколи(користуватись менш комфортно);
в) ні, не чув про такі режими.
9. Чи цікавишся ти розвитком сучасної техніки та інформаційних технологій?
- а) так, читаю ЗМІ, шукаю інформацію в Інтернет.
б) час від часу;
в) ні, в цьому немає необхідності.
10. При виборі пристрою, ти будеш орієнтуватись
- а) функціоналом пристрою та його характеристиками;
б) зручністю використання;
в) зовнішнім виглядом.
11. Чи звертаються до тебе друзі та знайомі з проханням допомогти розібратися з освоєнням приладу або пристрою?
- а) так, часто звертаються;
б) інколи звертаються;
в) ні, я сам звертаюсь.
12. Чи займався ти науково-технічною творчістю в дитинстві?
- а) так; б) ні, але було бажання; в) ні.
13. Чи доводилось тобі самостійно підключати комп'ютер?
- а) так, без проблем;
б) ні, але вважаю, що впораюсь;
в) ні, але побоююсь, що не впораюсь.
14. Чи знаєш ти правила утилізації гальванічних елементів, енергозберігаючих ламп?
- а) так, знаю; б) ні, але дещо чув про це; в) ні, не знаю.
15. Чи доводилось тобі самостійно встановлювати програмне забезпечення на комп'ютер.
- а) так, можу встановити будь-які програми;
б) доводилось дещо встановлювати;
в) ні, не доводилось.
16. Чи вважаєш ти необхідним знання принципів роботи побутової техніки?
- а) в цьому немає потреби;
б) так, але тільки найбільш небезпечних приладів;
в) необхідно знати принцип роботи усіх приладів.
17. Які альтернативні джерела енергії ти вважаєш найбільш перспективними?
- а) атомна енергетика;
б) використання біопалива (спирт, газ, олія);
в) енергія сонця, вітру, води.

18. При виборі професії ти будеш орієнтуватися на професії
- пов'язані з використанням сучасної техніки та обладнання;
 - не пов'язані з використанням сучасної техніки;
 - пов'язані з використанням загальноновживаної техніки.
19. Чи звертаєш ти увагу на енергоефективність побутового приладу
- ні, головне зручність використання та зовнішній вигляд приладу;
 - звертаю, але функціонал приладу важливіше;
 - так, це основна характеристика приладу.
20. Чи знайомі вам, що означають знаки маркування на побутових приладах

?



- ні, я не знаю, що означають ці по знаки;
- мені відомі ці знаки, але я не знаю, що означають деякі з них;
- мені відомо, що означають усі перелічені знаки маркування.

2. Діагностика політехнічних знань. Діагностування засвоєних учнями теоретичних знань може виконуватись в традиційній формі (тести, самостійна робота, фізичний диктант тощо) й оцінюватись за дванадцятибальною шкалою. Для аналізу сформованості політехнічного складника предметної компетентності до цих видів контролю слід включати питання політехнічного змісту, а відповідь аналізується методом поелементного аналізу.

3. Діагностика політехнічних вмінь. Діагностика політехнічних вмінь проводиться під час виконання учнями лабораторних робіт. Вчитель оцінює сформованість певного вміння під час виконання роботи (вміння наявне чи ні) – наприклад, складання електричної схеми, визначення ціни поділки, зчитування показів приладу тощо. Всі виконані практичні операції, які передбачені для самостійного виконання додаються й порівнюються з загальною кількістю операцій, передбачених даним завданням (виконаною вважається операція, що виконана правильно без допомоги вчителя).

4. Досвід практичної діяльності. Досвід практичної діяльності діагностується під час практичних дій учнів, зокрема під час виконання навчальних проектів. При виконанні проекту школяр демонструє виконання таких операцій: формулювання мети, висунення ідеї розв'язання, розробка алгоритму тощо. Результативність виконання проекту оцінюється аналогічним чином, вчитель відмічає лише самостійно виконані учнями операції.

5. Політехнічно значущі якості особистості. Політехнічно начущі якості особистості діагностуються шкільними психологами з використанням прийнятих методик.

РОЗДІЛ II. ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ЗАСОБАМИ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

2.1. Розв'язування фізичних задач як складова методики формування предметної компетентності

Розуміння сутності процесу формування предметної компетентності неможливе без з'ясування особливостей навчально-пізнавальної діяльності в контексті компетентнісного підходу до навчання. Основними її видами є оновлення цілей, структури та змісту навчання, вибір форм, здійснення комплексної педагогічної діагностики, визначення й оцінювання освітніх результатів крізь призму сформованості ключових й предметної компетентностей з фізики (на відміну від традиційних знань, умінь та навичок), коригування й подальше проектування навчального процесу.

Методика формування предметної компетентності учнів старшої школи в процесі навчання фізики як сукупність впорядкованих знань про принципи, зміст, методи, засоби і форми організації навчально-виховного процесу здійснюється на основі фундаменталізації знань, індивідуальної й соціальної значущості навчального матеріалу, практичної спрямованості освіти, орієнтації на розвиток самостійності учнів.

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 компетентнісно орієнтованими проблемами, що розв'язуються засобами фізики. У процесуально-діялісному – відображено взаємодію вчителя й учнів, їхню співпрацю, організацію й управління процесом формування предметної компетентності. Результативно-діагностувальний компонент містить критерії, показники, рівні та очікувані результати.

Задачний підхід – важлива складова змістового і процесуального вивчення математики, фізики, дисциплін природничо-наукового циклу та провідна форма зовнішнього незалежного оцінювання. Він активно впроваджується і під час вивчення мови, текстів, історії, педагогіки, інформатики та інших навчальних дисциплін. Наприклад, основне традиційне положення освітніх навчальних програм з фізики – «...без розв'язування задач шкільний курс фізики не може бути засвоєний» [54]. Лише осмислення змістового наповнення задачного підходу і відповідної технології його реалізації зазнає нині суттєвих змін.

Провідним положенням задачного підходу у навчанні є твердження, що майже вся навчальна діяльність може бути представлена як певна система навчально-пізнавальних задач (Г. Балл, В. Давидов, Є. Машбиць, Л. Фрідман та ін.) [9; 36; 69].

Методика формування предметної компетентності засобами фізичних задач розроблена з метою організації відповідної навчально-пізнавальної діяльності учнів. Виокремимо її основні етапи – постановка й розв'язування компетентнісно орієнтованої задачі. На першому етапі здійснюється мотивація

практичної діяльності учнів, на другому – розроблення алгоритму та безпосереднє розв’язування.

На етапі визначення й постановки компетентнісно орієнтованої задачі учні усвідомлюють власні діяльнісні та знаннєві навчально-пізнавальні проблеми, виокремлюють практичні задачі. На цьому етапі здійснюється аналіз реальної ситуації, формулювання компетентнісно орієнтованих задач. Результатом діяльності учнів є мотивація до навчання, виявлення набутих фізичних знань та способів діяльності. Роль учителя полягає в доборі й постановці компетентнісно 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, вирішенню 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 компетентнісно орієнтованих задач сприяє не лише розвитку мотивів навчання фізики, а й усвідомленню значущості, корисності відповідної діяльності та її засобів, що підвищує рівень сформованості предметних компетенцій учнів.

Сутність поняття *«загальноосвітній рівень предметної компетентності з фізики»* полягає в інтегрованій характеристиці особистості, що виражається в наявності у неї міцних знань, відповідних певному ступеню навчання, умінні застосовувати їх під час пояснення природних явищ і процесів, усвідомлюючи природничо-наукову картину світу, розв’язуючи навчальні задачі і завдання практичного спрямування, здатності поєднувати зміст програмного навчального матеріалу з розвитком сучасних технологій. Поняття *«компетенції з фізики на ступені старшої школи»* сформулюємо як вимоги до засвоєння учнями сукупності фізичних знань, що визначені відповідними навчальними програмами, способів діяльності, набуття досвіду певного ставлення та прояву якостей особистості з усвідомленням природничо-наукової картини світу. Поняття *«компетентність учня як особистісний результат навчання»* визначаємо як здатність до розпізнавання, самостійної постановки і розв’язування фізичних проблем і задач у навчальній, проектній, дослідницькій і практичній діяльності на основі теоретичного знання [44; 49].

Предметна компетентність старшокласників з фізики передбачає високу якість навчальних умінь, можливість встановлення зв’язків між знаннями та реальною дійсністю, здатність знаходити алгоритм розв’язання проблеми. У процесі її формування здійснюється приріст знань і досвіду їх використання шляхом адаптації до конкретної навчальної ситуації та коригування когнітивних структур, створених у результаті набуття нових знань.

Процес формування у старшокласників предметної компетентності на уроках фізики передбачає розв’язання таких завдань: формування світогляду на основі усвідомлення теоретичних моделей, законів і принципів фізики; набуття

експериментальних умінь; формування навичок розв'язування компетентісно орієнтованих задач.

Безпосередньо визначити рівень сформованості компетентностей неможливо, тому потрібно оцінювати показники розвитку відповідних компетенцій: знання, вміння, навички, ціннісні орієнтації, досвід практичного застосування набутих знань і вмінь й готовність і здатність застосовувати їх під час розв'язування фізичних задач на різних етапах навчання.

Обов'язковою умовою формування й розвитку предметних компетенцій учнів є відповідна практична діяльність. У процесі набуття й накопичення досвіду застосування знань і вмінь компетенція людини розбудовується до рівня компетентності. В основу змістово-процесуального компоненту методики формування предметної компетентності покладено формування загальних методів та алгоритмів розв'язування задач, евристичні прийоми пошуку вирішення проблем засобами фізики [31].

Технологічний (задачний) підхід до формування предметної компетентності дає змогу розвивати пізнавальні інтереси, відповідний стиль мислення, інтелектуальні й пошуково-творчі здібності, активізувати навчально-пізнавальну діяльність школярів, ознайомлювати їх з методами наукового дослідження [45].

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. Розв'язування задач є способом перевірки і систематизації знань, надає можливість раціонально здійснювати повторення та узагальнення, розширювати й поглиблювати знання, сприяє формуванню наукового світогляду, ознайомленню з досягненнями науки та техніки [15].

Оскільки розв'язування задач є одним із засобів формування предметної компетентності, 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» [39].

У практиці навчально-виховної діяльності компетентісно орієнтовані задачі використовуються як метод засвоєння, закріплення, перевірки й контролю теоретичних знань; засіб набуття практичних умінь (експериментування, конструювання, моделювання), навичок професійного самовизначення, реалізації принципу політехнізму, екологічного й економічного виховання. Розв'язуючи подібні задачі, учні здобувають знання, необхідні для успішного навчання в профільній школі, продовження освіти у

вищих навчальних закладах фізико-математичного, природничого й технологічного спрямування.

Розв'язування компетентнісно орієнтованих задач є невід'ємною складовою навчально-виховного процесу, що сприяє засвоєнню знань про стан природного середовища, сферу застосування фізичних законів, розумінню органічної єдності людини та природи, цілісності фізичної картини світу, етапів пізнавальної діяльності, формуванню фізичних понять, використанню здобутих знань під час пояснення фізичних явищ і процесів, практичного застосування відповідних законів і закономірностей у технічних пристроях, на виробництві, різних сферах життєдіяльності людини, виявленню ставлення до ролі фізичних знань у житті людини, суспільному розвитку, техніці, становленні сучасних технологій.

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 учня, що розпочинається з її визначення й закінчується розв'язанням. Тому вона, як правило, має сприяти 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 відшукуванні 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.

Взаємодія – найважливіша властивість будь-яких фізичних об'єктів, що обумовлена їхньою внутрішньою природою. Існує чотири основних види взаємодії: сильна, електромагнітна, слабка й гравітаційна. 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.

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

Навчання розв'язувати компетентісно орієнтовані задачі означає оволодіння старшокласниками 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, здійснюється становлення наукової культури в галузі фізики, здатність до аналізу і синтезу, вміння використовувати математичні й обчислювальні технології, готовності застосовувати знання на практиці, навчатися самостійно, усвідомлювати значущість отриманих результатів.

Переважає більшість учених вважає, що до складу предметних компетентностей з фізики належать когнітивний, діяльнісний та особистісний компоненти. Когнітивний – містить зміст навчального матеріалу, наукові факти, фундаментальні ідеї, поняття, закони, принципи та теорії, що дають змогу обґрунтувати перебіг фізичних явищ і процесів, з'ясувати їхні закономірності, охарактеризувати сучасну фізичну картину світу, усвідомити наукові основи сучасного виробництва, техніки й технологій, оволодіти основними методами наукового пізнання і використовувати набуті знання в практичній діяльності. Діяльнісний – пов'язаний із використанням фізичних знань у конкретних ситуаціях і передбачає наявність умінь розв'язувати різні типи фізичних задач, виконувати практичні роботи за запропонованою інструкцією, самостійно

планувати проведення спостережень, дослідів (добір необхідного обладнання, складання плану виконання роботи, висунення гіпотези), опрацьовувати результати досліджень, аналізувати, робити висновки тощо. Особистісний компонент компетентності містить мотиви, емоції, цінності, власне ставлення, навички самоорганізації учня.

У структурі предметної компетентності старшокласників у процесі розв'язування фізичних 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 здійснення діяльності, спрямованої на розвиток у школярів умінь мобілізувати власний суб'єктний досвід для розв'язання задач.

Розкриваючи сутність мотивації навчальної діяльності з розв'язування компетентісно орієнтованих задач, розглянемо головні складові відповідної мотиваційної сфери людини: диспозиції (мотиви), потреба, мета та особливості мотиваційного забезпечення такої діяльності. Між елементами мотиваційної сфери особистості та функціональними блоками відповідної діяльності існує тісний ізоморфний зв'язок, який забезпечує динамічний взаємозалежний вплив, поєднуючи навчальну діяльність та мотиваційну сферу в єдиний комплекс.

Стимулом набуття досвіду й успішного здійснення практичної діяльності є ціннісні орієнтації, які формуються в процесі розвитку мотиваційної сфери людини. Саме на основі задоволення наявних освітніх потреб у школяра виникають інтереси й стійкі знання – мотиви, які під час здійснення відповідної діяльності трансформуються у ціннісні орієнтації – переконання. Оскільки ціннісні орієнтації пов'язані з мотиваційною сферою особистості, її потребами, інтересами, мотивами тощо, виступають у якості регулятивної функції поведінки людини і є стимулом набуття певного компетентісного досвіду діяльності, то в процесі формування предметної компетентності під час розв'язування відповідних задач слід урахувувати (виявляти й задовольняти) освітні потреби учня. Як зазначає Н. Родіонова, природа компетентності така, що вона може проявлятися лише в органічній єдності із цінностями людини, тобто за умови глибокої особистої зацікавленості в даному виді діяльності. Тому формування ціннісно-мотиваційної сфери школяра засобами розв'язування фізичних задач є невід'ємною складовою розвитку предметних компетентностей [55].

Світогляд – це узагальнені знання про людину та навколишній світ, що трансформуються в характерний спосіб усвідомлення, аналізу та оцінювання дійсності, систему переконань, принципів та ідеалів. Як зазначає І. Бургун, основними компонентами світогляду є ідеї, погляди, переконання. Система наукових знань, що інтерпретує результати пізнання та сприймання

навколишньої дійсності складає основу наукової картини світу. Переконання є найважливішим компонентом світогляду, а погляди людини визначають певну точку зору на зміст найважливіших явищ природи [14].

Дослідники М. Садовий та О. Яковлева вважають, що «...науковий світогляд – це теоретична засада, яка передбачає глибоке розуміння явищ природи, закономірностей суспільного буття, прояву себе в праці та уміння свідомо будувати власне життя, працювати, органічно поєднуючи набуті знання з практичними справами» [73]. В основу світоглядної складової предметної компетентності старшокласників в процесі розв’язування компетентісно орієнтованих задач покладено:

- формування системи фізичного знання на основі використання сучасних теорій, наукових фактів, понять, теоретичних моделей, законів, принципів;
- розвиток здатності застосовувати набуті знання на практиці;
- оволодіння методологією наукового пізнання і відповідним стилем мислення, усвідомлення сутності фізичної картини світу та застосування знань до пояснення різних природних явищ і процесів;
- формування наукового світогляду, розкриття ролі фізичного знання в житті людини і суспільному розвитку, висвітлення етичних проблем наукового пізнання, формування екологічної культури засобами фізики [41].

За характером і методом дослідження виділяють якісні й кількісні фізичні задачі. Розв’язування якісних задач не передбачає використання математичного апарату. У кількісних – здійснюються математичні перетворення й обчислення. За способом розв’язування фізичні задачі поділяються на якісні, обчислювальні, графічні, експериментальні. Залежно від рівня математичного апарату розрізняють арифметичний, алгебричний і геометричний способи розв’язування обчислювальних задач.

На основі аналізу змісту курсу фізики здійснено класифікацію задач компетентісного 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. 2.1).

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 компетентнісно 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 здійснюються ніякі вимірювання.



Рис. 2.1. Класифікація фізичних задач

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 явище характеризується певною сукупністю величин, пов'язаних між собою фізичними законами. Відшукування таких величин складає зміст основної задачі. Використовуючи другорядні закони, визначають

сукупність фізичних величин, що характеризують конкретне явище. Розв'язування будь-якої основної задачі полягає в знаходженні стану відповідної системи.

Охарактеризуємо деякі види компетентісно орієнтованих фізичних задач. Обчислювальні – розв'язуються під час вивчення тем курсу, що містять 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.

У системі фізичної освіти значні можливості в розвитку інтелектуальних здібностей учнів відіграють якісні задачі. Автори відповідних збірників обґрунтовували необхідність використання якісних задач під час вивчення фізики і визначили їхні функції для «повного засвоєння теорії», «практичного її застосування», а також «розвитку розуму і кмітливості учнів» [20; 57].

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 важливе значення, тому що зміст кожної задачі пов'язаний з природними, побутовими та виробничими процесами і явищами.

Графічні – дають змогу наочно й доступно виражати 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 предметної компетентності. Цей метод має широкий спектр застосування в навчальному процесі, володіє вагомим потенціалом 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.

У процесі формування предметної компетентності учнів старшої школи засобами розв'язування фізичних задач встановлено елементи графічного методу, якими забезпечується виконання державних вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів (табл. 2.1), відображених у навчальній програмі [54].

Таблиця 2.1

Елементи графічного методу відповідно до виконання державних вимог навчальної програми

№ з/п	Елементи графічного методу	Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів
1.	Графічний метод як спосіб задання функціональної залежності	Уміє представляти результати вимірювання у вигляді таблиць і графіків; будувати графіки залежності швидкості тіла й пройденого шляху від часу для рівномірного прямолінійного руху; аналізувати графіки руху тіл і визначати за ними його параметри; називає способи вимірювання температури
2.	Встановлення функціональної залежності	Записує формули обчислення кількості теплоти, потрібної на нагрівання, ККД нагрівника, теплоти плавлення та пароутворення, рівняння теплового балансу
3.	Наочне представлення залежності між фізичними величинами	Записує формули пройденого шляху, швидкості рівномірного прямолінійного руху, закон Гука; може описати процес плавлення і кристалізації твердих тіл, випаровування і конденсації рідин, кипіння, проаналізувати графіки теплових процесів; формулює закон Ома для ділянки кола, може записати формулу залежності опору провідника від його довжини й площі поперечного перерізу
4.	Графічне диференціювання та інтегрування	Уміє визначати пройдений тілом шлях, швидкість руху
5.	Використання діаграм з метою ілюстрації етапів перебігу явищ	Називає види механічної енергії; наводить приклади перетворення одного її виду в інший; формулює закон збереження механічної енергії; може описати перетворення кінетичної енергії в потенціальну і навпаки; може розв'язувати задачі, застосовуючи закон збереження механічної енергії; може описати процес перетворення енергії в теплових процесах, принцип дії теплових машин

6.	Використання номограм з метою здійснення обчислень	Може здійснювати розрахунки простих електричних кіл, розв'язувати задачі, застосовуючи формулу тонкої лінзи, рівняння теплового балансу, формулу активності радіонукліда
7.	Побудова графіків за результатами вимірювань	Уміє застосовувати набуті знання у процесі виконання лабораторних робіт

Особливу увагу варто надавати розв'язуванню нестандартних, творчих 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. Касьянової та ін. Учені дають означення винахідницьким задачам, класифікують їх за методом розв'язування, рівнем винаходу й розвитку творчої уяви [22, 29].

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 [17].

Експериментальні – це задачі, вихідні дані яких отримують дослідним шляхом. Перевага таких задач полягає в тому, що їх не можна розв'язати лише формально, без розуміння 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 предметної компетентності учнів 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 предметної компетентності учнів як характеристика рівня становлення предметної компетентності з фізики в цілому.

Складність створення вимірювального інструментарію сформованості предметної компетентності учнів в 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 предметної компетентності як критерії. На нашу думку, об'єктивніше встановити рівень досягнення предметної компетентності дає змогу перший підхід.

З урахуванням внутрішньої структури предметної компетентності визначимо такі критерії її сформованості: мотиваційний – свідчить про ставлення та стійкий позитивний інтерес учнів старшої школи 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 предметних компетенцій впливає на комплексну оцінку й контроль результатів навчання. Здійснюється переорієнтація системи контролю на оцінку готовності учнів застосовувати отримані знання й уміння в різних життєвих ситуаціях.

Враховуючи умови модернізації системи контролю навчальних досягнень, виділимо наступні вимоги до організації оцінки предметної компетентності учнів у процесі розв'язування задач:

- порівняння результату з освітніми цілями (діагностика має бути спрямована на оцінку рівня досягнення поставлених цілей);
- різноманітність методів (діагностування доцільно здійснювати з використанням різноманітних методів – тестування, виконання контрольних робіт, самодіагностики учнів тощо, враховуючи індивідуальні особливості школярів; різні види оцінки підвищують вірогідність отриманих результатів, а також інтерес учнів до її проведення й результатам);
- наявність зворотного зв'язку (процес оцінювання має супроводжуватися постійним аналізом позитивних сторін і прогалин у досягненнях школярів);
- індивідуальний характер (з тим, щоб у процесі оцінювання формувати позитивну мотивацію учнів до навчальної діяльності, необхідно відслідковувати їх індивідуальне просування в процесі розв'язування задач, набуття практичних умінь і навичок, розвитку психічних процесів, формування особистісних знань; оцінювання слід здійснювати відштовхуючись від наявного

рівня досягнень кожного учня; відповідно до індивідуальних особливостей доцільно застосовувати різні види контролю й оцінки навчальних досягнень);

- систематичність, регулярність (контрольно-оцінну діяльність слід виконувати на всіх етапах процесу навчання, поєднувати її з іншими компонентами навчальної діяльності учнів);

- оперативність (застосування комп'ютерних програм з метою оброблення отриманих результатів);

- відкритість вимог (учасникам освітнього процесу заздалегідь оголошуються вимоги до рівня підготовки й процедури контролю).

Відповідність діагностики перерахованим вище вимогам дає змогу одержати об'єктивні результати й підвищити ефективність методики формування предметної компетентності учнів засобами розв'язування фізичних задач.

Діагностування в процесі формування предметної компетентності виконує такі основні функції: оцінка початкового й наступних рівнів сформованості предметної компетентності; контроль процесу реалізації розробленої методики її формування; коригування методичних взаємодій з метою підвищення ефективності навчально-виховного процесу.

Діагностику результативності навчального процесу слід розпочинати з цілепокладання, тому що результатом будь-якої діяльності є реалізація поставлених цілей. А досягнення учасників процесу мають бути оцінені за рівнем їх відповідності цим цілям.

Оцінка рівня сформованості такого складного феномена (якості особистості) як предметна компетентність за допомогою якісних методів є досить суб'єктивною й представляється не завжди можливою. Оскільки питання аналізу якості різних об'єктів і методів їх оцінки є предметом вивчення науки кваліметрії, то для підвищення адекватності оцінювання предметних компетентностей, як свідчить практика, доцільно поєднувати якісні методи діагностики з елементами кваліметричного аналізу.

На основі аналізу наукової літератури з вивчення кількісних методів оцінювання якості сформулюємо основні принципи кваліметрії: декомпозиції (розгляд оцінюваної якості як сукупності (комплексу) різних компонентів); пріоритетності (відбір із усієї сукупності компонентів оцінюваної якості найзначущих); нерівнозначності (визначення питомої ваги кожного структурного компонента оцінюваної якості); еталонності (визначення змісту еталона кожного структурного компонента для порівняння під час оцінювання результатів навчально-пізнавальної діяльності); нормування (приведення різнорозмірних структурних компонентів до однієї розмірності або вираження їх у безрозмірних одиницях).

Відповідно до виділених принципів визначено наступну процедуру оцінювання рівня сформованості предметної компетентності засобами розв'язування фізичних задач:

– розгляд предметної компетентності з фізики як сукупності різних структурних компонентів (у даному понятті учені виокремлюють найрізноманітніші складові – знання, уміння, стосунки, мотиви, цінності, здібності тощо);

– відбір значущих (визначальних) структурних компонентів предметної компетентності (кількісна оцінка якості, як правило, здійснюється не за всіма можливими показниками, що характеризують властивості об'єкта, а лише за значущими; визначають такі показники, які найбільшою мірою характеризують здатність особистості розв'язувати компетентісно орієнтовані задачі);

– визначення в кожному структурному компоненті предметної компетентності повного набору дидактичних елементів, які можливо сформулювати в учнів у процесі розв'язування задач (кваліметрична оцінка не може бути отримана без наявності еталона для порівняння – базових значень компонентів, що визначають предметні компетентності в цілому);

– застосування для кожного структурного компонента предметної компетентності (знань, умінь, ціннісних орієнтацій і досвіду) відповідного коефіцієнта, що характеризує рівень його сформованості (під час використання методу комплексної оцінки якості об'єкта різнорозмірні показники властивостей мають бути перетворені й наведені в одній розмірності або виражені в безрозмірних одиницях вимірювання). Тому вводяться коефіцієнти, нормовані до одиниці, зокрема, коефіцієнт, що характеризує рівень сформованості фізичних знань у процесі розв'язування задач розраховується за формулою:

$$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^a n_i}{3}$$

– де n – коефіцієнт, що характеризує рівень сформованості дидактичної одиниці, що входить у компетенцію ($n = 0, 1, 2, 3$: $n = 0$ – дидактична одиниця не сформована, $n = 1$ – низький рівень, $n = 2$ – середній і $n = 3$ – високий); a – загальне число дидактичних одиниць, що входять у предметну компетентність;

– визначення рівня сформованості кожного структурного компонента предметної компетентності за допомогою різних методів діагностики (слід зазначити, що для підвищення об'єктивності процесу оцінювання одні й ті ж складові доцільно виявляти різними методами (контрольні роботи, тестування, аркуші самодіагностики, аналіз результатів практичних робіт тощо);

– урахування нерівнозначності структурних компонентів шляхом введення додаткових вагових коефіцієнтів, які визначаються методом експертної оцінки (присвоєння кожному структурному компоненту вагового коефіцієнта як середнього арифметичного оцінок вагомості, наданих окремими експертами: α , β , δ , γ);

– обчислення коефіцієнта рівня сформованості предметної компетентності в цілому (усі коефіцієнти зводяться в єдину формулу, що дає змогу кількісно оцінити «величину» предметної компетентності:

$$K = (\alpha \cdot K_1 + \beta \cdot K_2 + \gamma \cdot K_3 + \delta \cdot K_4) \cdot 100\%.$$

Виділимо дві групи показників сформованості наукового світогляду. Першою визначається якість знань учнів про наукову картину світу, їх повнота, точність, глибина, систематизованість і систематичність; друга – пов’язана з готовністю учнів до реалізації світоглядної функції наукової картини світу (пояснювальної, оцінювальної, практичної).

На цій підставі виділимо наступні критерії світоглядної складової: знати зміст сучасних фізичних теорій; мати переконання про наукову картину світу; розуміти та пояснювати сутність природних явищ; розкривати роль та місце фізичної науки в житті людини; використовувати здобуті знання з фізики в процесі розв’язування задач.

Критерії змістово-процесуальної складової предметної компетентності учнів старшої школи, на нашу думку, виглядають так: знати загальні методи та способи розв’язування фізичних задач; використовувати різні прийоми їх розв’язку; знати класифікацію задач та вміти відтворювати алгоритм їх розв’язування.

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, скористуватися методом розмінностей 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. 2.2)

Таблиця 2.2

**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	Розпізнавання (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 компетентісно орієнтовані фізичні задачі		
Здійснювати логіко-математичні операції		
Конструювати фізичні задачі різної структури	Творчий (високий)	Дослідницькі
Розв'язувати творчі й дослідницькі задачі		
Застосовувати алгоритми розв'язування в нових дидактичних умовах		

На основі розроблених критеріїв визначимо рівні сформованості предметної компетентності старшокласників у процесі розв'язування фізичних задач: початковий (1–3 бали) – учень розпізнає фізичні явища і процеси в умові задачі, 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, предметна компетентність старшокласників з фізики – це його особистісна якість, психологічна готовність впевнено, самостійно і відповідально застосовувати засвоєні теоретичні знання в різних сферах життєдіяльності, успішно продовжувати вивчення фізики в професійно-технічних або вищих навчальних закладах. Формування предметної компетентності з фізики впливає на розвиток наукового світогляду й мислення учнів, а також науково-природничої, математичної, інформаційно-комунікаційної, громадянської, загальнокультурної і здоров'язбережувальної компетентностей.

На сучасному етапі розвитку освіти можна стверджувати про взаємозв'язок і інтеграцію задачного і компетентісного підходів у освітньому процесі. 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 як педагогічного, так і дидактичного процесів.

Складовими методики формування предметної компетентності учнів старшої школи засобами фізичних задач є цільовий, змістовий, процесуально-діяльнісний та результативно-діагностувальний компоненти. З метою її реалізації створюються умови для задоволення й розвитку освітніх потреб учнів і набуття досвіду розв'язування компетентнісно орієнтованих задач. Під час розв'язування такої задачі на основі набутих знань, умінь, навичок та відповідних способів діяльності вирішується практико-орієнтована проблема у цілому, здійснюється рефлексія навчально-пізнавальної діяльності, фокусується увага на змісті дій, аналізується процес розв'язування задач, оцінюється його продуктивність та значущість. Учні набувають умінь застосовувати знання, способи розв'язання практичних проблем і переконуються в значущості фізичних знань та навчально-дослідницької діяльності. За результатами розв'язання компетентнісно орієнтованих задач формується уявлення про сформованість предметної компетентності старшокласників та здійснюється корекція їхнього розвитку.

2.2. Компетентнісно орієнтована система вправ у підручниках фізики старшої школи

У Державному стандарті загальної середньої освіти визначено концептуальні засади реалізації освітньої галузі «Природознавство», мета якої – формування природничо-наукової та відповідних предметних компетентностей як обов'язкової складової загальної культури особистості і розвитку її творчого потенціалу. Фізичний компонент цієї галузі забезпечує усвідомлення учнями основ фізичної науки, засвоєння базових понять і законів, оцінювання ролі знань у житті людини і суспільному розвитку, формування наукового світогляду і відповідного стилю мислення, ставлення до фізичної картини світу, розвиток здатності пояснювати природні явища і процеси та застосовувати здобуті знання під час розв'язування задач.

Проблема підвищення якості компетентнісно орієнтованої освіти, що передбачає, з одного боку, відповідність вимогам Державного стандарту [21], а з іншого – досягнення рівня готовності застосування набутих знань і вмінь пов'язана з модернізацією змісту шкільних предметів.

Домінуючим вектором подібної системи є підготовка учнів до застосування набутих знань і вмінь, що актуалізує практичну складову навчального процесу, спрямовану на виконання певних видів навчальної або майбутньої професійної діяльності. Становлення й розвиток предметної компетентності з фізики як інтегрованої трикомпонентної системи: когнітивного (знання й усвідомлення теорій, законів, закономірностей і понять), діяльнісного (уміння та здатність у межах змісту курсу розв'язувати навчальні проблеми, задачі, вправи, здійснювати спостереження та досліди); особистісного (мотиви, емоції, цінності, ставлення, навички самоорганізації) компонентів потребує створення нових концепцій, програм і підручників.

Оскільки переважно у підсумкову педагогічну оцінку успішності навчальної

діяльності школярів потрапляє лише знаннява складова, то «...у процесі створення нових підручників особливу увагу слід звернути на забезпечення їхнього компетентнісного спрямування, використання завдань, що передбачають здійснення активної пізнавальної діяльності старшокласників, зокрема проектної та дослідницької [53].

Компетентнісно орієнтований підручник фізики спрямований на реалізацію основної мети навчання – розвиток особистості, становлення її наукового світогляду та відповідного стилю мислення, формування предметної, науково-природничої та ключових компетентностей учнів. У ньому має гармонійно поєднуватися система знань з функціональною діяльністю, що сприяє формуванню відповідних умінь їх застосовувати, заохочувати до самостійності й творчості, поглиблювати компетентність тощо [33].

Важливим завданням такого підручника є розвиток особистості та формування її ставлення до фізики як науки у процесі відповідно організованої діяльності. Щоб забезпечити його компетентнісну орієнтацію потрібно передбачити в змісті та структурі засоби організації відповідної діяльності учнів, враховуючи розвиток їх особистісних якостей та специфіку навчального матеріалу. З позицій компетентнісного підходу підручник як навчальний засіб має виконувати інформаційно-пізнавальну, розвивальну, синтезуючу, дослідницьку, практичну, самоосвітню та виховну функції, що спрямовані, передусім, на формування й розвиток ключових і предметної компетентності учнів. Кожна з них обумовлює відповідний набір компонентів підручника: тексту, системи вправ, образотворчих засобів тощо [40]. Критерієм компетентнісної орієнтації такого підручника є співвідношення інформаційного, діяльнісного, продуктивного й репродуктивного компонентів, що визначає його головну дидактичну мету – посилення практичної спрямованості навчання, зв'язок шкільної освіти з життям.

Формуванню предметної компетентності у процесі розв'язування системи вправ сприяють такі інтегруючі чинники як фізична картина світу, методологія наукового пізнання, світогляд, відповідний понятійний апарат, розвиток інформаційно-комунікаційних та соціально-адаптаційних характеристик особистості, дослідження яких спрямовує навчальний процес на набуття цілісних уявлень про фізику як науку, здатність застосовувати засвоєні знання й уміння.

Аналіз змісту й структури збірників задач з фізики, розроблених різними колективами й авторами, свідчить, що вони переважно будуються на основі випадкового вибору завдань як за змістом, так і за формою. Про це свідчить й аналіз найпопулярніших збірників задач для старшої школи Л. Генденштейна, Л. Кирика [18], В. Демковича, Л. Демкович [20], П. Знаменського [25], А. Римкевича [59] з метою виявлення наявності елементів їх компетентнісної спрямованості. Результати аналізу відображено в табл. 2.3

Таблиця 2.3

Результати аналізу збірників задач з фізики для старшої школи на предмет наявності елементів компетентнісної спрямованості

Елементи змісту задачі	Генденштейн Л., Кирик Л.; 835 задач		Демкович В. та ін.; 1769 задач		П. Знаменський; 812 задач		А. Римкевич; 1243 задачі	
	Кіль - кість	%	Кіль - кість	%	Кіль - кість	%	Кіль - кість	%
1. Описання технічного об'єкту	33	3,95	46	2,60	22	2,71	11	0,88
2. Характеристика технологічного процесу	22	2,63	15	0,85	25	3,08	44	3,54
3. Описання експериментального методу вимірювання фізичної величини	12	1,43	24	1,36	26	3,20	42	3,38
4. Обчислення похибки вимірювання	7	0,83	5	0,03	15	1,85	19	1,53
5. Приклади сучасних досягнень науки і техніки	3	0,36	0	0	0	0	0	0

У чинних збірниках задач з фізики загальноосвітньої школи, – наголошує академік В. Зубов, – переважна кількість завдань спрямована на тренування учня в алгебраїчних й арифметичних операціях. Дуже важливо побудувати такий задачник, у якому кожна група завдань, дібраних у певній послідовності, слугувала б досягненню заданих педагогічних цілей, а головна увага була б спрямована на усвідомлення внутрішнього механізму фізичних явищ [26].

Як стверджує А. Есаулов, задачі в практиці навчання фізики застосовуються, як правило, для перевірки і закріплення знань. Тому слід

розв'язувати такі з них, які не лише сприяли б «закріпленню знань, а й тренували б дослідницький стиль розумової діяльності» [71]. Учений, спостерігаючи «кризу в побудові навчальних задач», констатує, що вони добираються і складаються без урахування «інтенсивного формування поступово розвиваючої розумової активності учнів», перенасичені зайвою інформацією. Під час розв'язування стереотипних задач не здійснюється абстрагування від початкового формулювання, компетентнісна орієнтація учнів [71].

Як свідчить практика, відсоток компетентнісно орієнтованих задач в існуючих підручниках фізики надто низький. Вони переважно мають абстрактний характер й однакову структуру. На основі науково-методичного аналізу змісту систем вправ сучасних підручників встановлено такі їх основні недоліки: невідповідність компетентнісно орієнтованій парадигмі навчання; недостатня кількість завдань політехнічного спрямування; відсутність вправ компетентнісного характеру, розв'язуючи які учні усвідомлюють основи фізичної науки, засвоюють основні поняття й закони, оцінюють роль знань в житті людини і суспільному розвитку, а також формується науковий світогляд і відповідний стиль мислення, розвиток здатності пояснювати природні явища і процеси та застосовувати здобуті знання під час розв'язування задач, удосконалення досвіду провадження експериментальної діяльності.

Недосконалість існуючих систем вправ обумовлено тим, що у програмах з фізики не розроблено вимоги до предметних компетенцій учнів, відсутні завдання методологічного характеру, лише епізодично розглядаються загальнонавчальні питання, пов'язані з логічними операціями виявлення подібності або відмінності об'єктів, процесів та явищ, здійснення класифікації, визначення причинно-наслідкових зв'язків, взаємоперетворення аналітичної, графічної й табличної інформації тощо.

Структура, зміст і методичний апарат компетентнісно орієнтованого підручника забезпечують формування як базових знань про явища природи, засвоєння основних понять, термінів, законів фізики, алгоритмічних прийомів розв'язування задач, набуття експериментальних умінь та дослідницьких навичок, так і цілісних уявлень про фізичну картину світу, уміння застосовувати наукові методи дослідження у вирішенні життєвих проблем, наприклад моделювати реальні об'єкти або процеси та ін.

У методичному апараті таких підручників виокремлюють такі основні компоненти: система вправ (завдання та запитання); інструктивні матеріали (пам'ятки, вказівки, алгоритми, зразки тощо); засоби мотивації, стимулювання пізнавального інтересу. Його функції спрямовані на вирішення найважливіших завдань – вчити учня навчатися, що є провідною ключовою компетенцією, й формувати готовність до застосування фізичних знань.

Значні функціональні можливості у процесі формування предметних знань і відповідних способів діяльності, здатності й готовності

застосовувати вивчене у різноманітних навчальних і життєвих ситуаціях, уміння висловлювати власні судження, висновки й обґрунтовувати їх, здійснювати логічні умовиводи, оцінювальні дії, на думку Т. Засекіної, належать завданням і запитанням, які утворюють цілісну дидактичну систему, що складається з різних типів компетентісно орієнтованих задач і запитань – тренувальні, обчислювальні, якісні, графічні, творчі та розташуванню їх у підручнику з урахуванням основних етапів процесу навчання – сприйняття предметного матеріалу, його усвідомлення й осмислення (розуміння, закріплення, самоконтроль, застосування на практиці) з метою організації різних видів діяльності та комунікації між учасниками освітнього процесу (самостійної, фронтальної, групової, навчально-дослідної та проектної) тощо [24].

Структурно-методичний апарат компетентісно орієнтованого підручника фізики представлено, зазвичай, відповідною рубрикацією. Рубрики відповідають різним дидактичним цілям, наприклад щодо системи завдань і вправ, то у підручниках використовують як традиційні, так і оновлені назви: «Виконайте завдання», «Дайте відповіді на запитання», «Що я знаю і вмію», «Можу пояснити», «Перевір себе», «Завдання для самоперевірки», «Перевіряємо власні знання», «Виявляємо предметну компетентність з теми» тощо. Головне – щоб «нова» назва рубрики відображала оновлений компетентісно орієнтований зміст завдань.

Завдання і запитання можуть бути розмішені і в тексті окремого параграфа переважно як засіб створення проблемних ситуацій, виявлення суперечностей і шляхів вирішення проблеми, активізації мисленнєвої діяльності. Рубрики на початку параграфа, на кшталт «Ви дізнаєтесь», «Повторіть», а також формулювання питань, що будуть розглянуті далі у вигляді переліку або короткого тексту, певною мірою відіграють регулятивну дію цілепокладання на основі співвіднесення засвоєного й невідомого.

Текст підручника має бути не лише описовим, а спонукати учня здійснювати окремі квазідослідження – спостереження, дослід або мисленнєвий експеримент. Відповідність підручника цілям і завданням компетентісно орієнтованої системи освіти визначається наявністю метапредметних завдань, пов'язаних з організаційними, рефлексивно-оцінювальними, інформаційно-пізнавальними, комунікативними та емоційно-ціннісними видами діяльності. Наприклад, якщо вивчаються теми, пов'язані з глобальними проблемами людства, екологічною кризою тощо, то доцільно розв'язувати додаткові завдання, де учень має висловити власну думку щодо причин виникнення цих процесів, явищ та можливостей попередження їхніх негативних наслідків, брати участь у розробленні та реалізації проектів, спрямованих на розв'язання досліджуваних проблем.

Зміст завдань тематичного й підсумкового контролю спрямовано не лише на оцінювання предметних результатів навчання, а й виявлення сформованості ключових і предметної компетентностей учнів. За таких

умов вимірюється не рівень опанування конкретним фізичним змістом, а здатність і готовність застосування загально-навчальних і предметних знань та умінь. Такими завданнями передбачено застосування наукових методів дослідження або обґрунтування певних положень на основі спостережень та експериментів. Реальні задачні ситуації мають бути пов'язані з актуальними проблемами, які виникають у житті кожної людини (наприклад, обчислення економії під час використання енергозберігаючих ламп або теплоскопівних технологій обігріву квартири або будинку, усвідомлення наслідків глобального потепління, вирубки лісів тощо) [23].

Компетентісно орієнтовані задачі призначені для формування умінь використовувати закони фізики під час розв'язування конкретних професійних завдань. Вони потребують специфічних навичок застосування знань з механіки, молекулярної фізики, термодинаміки та інших розділів курсу фізики до аналізу роботи машин, механізмів, виробничої техніки та інших пристроїв (табл. 2.4).

Компетентісно орієнтовану фізичну задачу розглядаємо як уявну модель певної життєвої ситуації. Дослідження її практичного характеру, розгортання сюжету, протікання фізичного явища або процесу, визначення змісту діяльності, інформаційної насиченості з точки зору компетентісної цінності покладено в основу розроблення інформаційно-задачної моделі профільного навчання учнів.

Таблиця 2.4

Формування предметної компетентності під час розв'язування задач розділу «Молекулярна фізика й термодинаміка»

Фізичні поняття, явища й закони	Приклади із виробничого досвіду
1	2
Рух рідин і газів	Гідравлічний таран. Вітродвигуни. Повітряно-струминні форсунки обпилювачів. Карбюратор. В'язкість крові, різних видів масла. Величина лобового опору автомобілів
Основи молекулярно-кінетичної теорії	Термічне оброблення автомобільних і тракторних деталей: азотування, ціанування. Дифузія як засіб переміщення поживних речовин у рослинах. Осмос. Тургор
Закон Шарля (ізохорний процес)	У циліндрі двигунах внутрішнього згорання тиск зростає за рахунок підвищення температури суміші. Вважаємо, що за короткий проміжок часу об'єм суміші не змінюється
Збільшення тиску газу під час зменшення об'єму	У циліндрі карбюраторного або дизельного двигунів у процесі переміщення поршня від нижньої точки до верхньої, об'єм зменшується в 6–7 разів, а тиск збільшується до 10 атм
Адіабатний процес	У процесі стискування повітря в циліндрах дизеля температура підвищується настільки, що паливо спалахує
Властивості газів	Зростання температури повітря під поршнем дизеля. Вакуум-насос і -балон доїльних установок

Властивості рідин	Капілярність ґрунтів, рослин, тварин. Мастильні рідини
Теплопровідність	Алюмінієва головка блока циліндрів має більшу теплопровідність, а ніж чавунна. Тому вона захищає двигун від перегрівання і дає змогу збільшити потужність
Робота в термодинаміці	Під час робочого такту двигуна внутрішнього згорання поршнем здійснюється робота
Кількість теплоти	У циліндрі двигуна внутрішнього згорання під час згорання палива утворюється певна кількість тепла, що частково передається навколишньому середовищу
Теплоємність	У двигунах внутрішнього згорання, як охолоджувальна рідина застосовується вода, тому що вона має велику теплоємність
Властивості твердих тіл	Чорні метали та їх механічні властивості. Кольорові метали, сплави. Види деформацій деталей с.-г. машин: розтяг стрижнів клапанів розподільного механізму, тросів; згин листів ресор, балок рами автомобіля, осей; кручення – в карданних валах
Розширення тіл під час нагрівання	Урахування теплового розширення поршнів двигунів внутрішнього згорання, регулювання впускних і випускних клапанів. Теплові зазори. Використання біметалевих пластин у покажчиках повороту автомобіля, температурних реле на інкубаторах, теплищах, датчиках температури, тиску
Зміна агрегатного стану	У закритих системах охолодження двигунів внутрішнього згорання вода кипить за температури 105°C – 107°C , оскільки тиск там підвищений відносно атмосферного. Передбачення заморозків за точкою роси

Вона ґрунтується на властивостях фізичної задачі відображати виробничі процеси, ситуації, характерні багатьом сферам людської діяльності; інтересах, уподобаннях і здібностях школяра, задоволенні його пізнавальних потреб про майбутню професійну діяльність; що передбачає використання фізичних законів і закономірностей, усвідомлення природних явищ і процесів.

В основу інформаційної моделі покладено уявлення про структурну побудову компетентнісно орієнтованої задачі, яка містить: задачу систему (ЗС) – систему розв’язувача (СР) та змісту профільного навчання (СЗПН) (рис. 2.2).

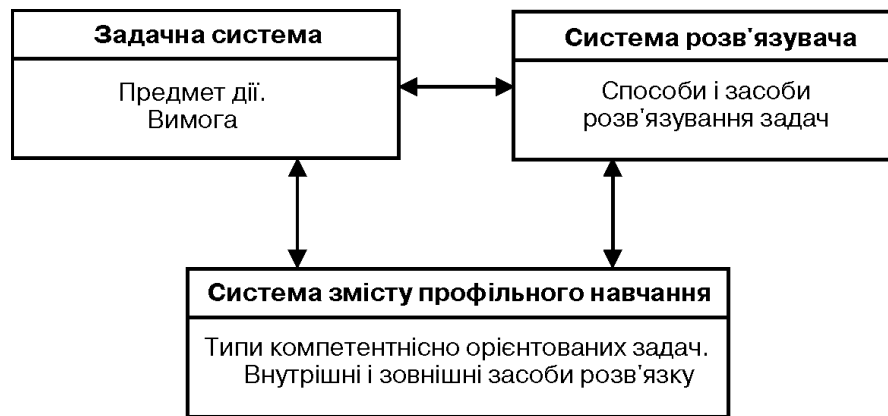


Рис. 2.2. Структура компетентісно орієнтованої задачі

Вивчення внутрішніх зв'язків такої системи дає змогу розкрити сукупність загальних відношень, що виникають під час використання компетентісно орієнтованих задач у навчально-пізнавальній діяльності учнів, а також виділити ті, якими описується стратегія реалізації завдань і функцій профільного навчання.

Інформаційно-задачна модель містить також план дослідження змісту такої задачі, що визначається поетапністю, відповідними методами та «внутрішніми» засобами (психологічними механізмами): виявлення компетентісно орієнтованого змісту фізичного явища або процесу, типових ситуацій, що можуть бути покладені в основу задачі з конкретним виробничим сюжетом; виокремлення сфер професійної діяльності, що відображені в умові задачі; дослідження задачі на предмет компетентісної насиченості, аналіз результату розв'язку з точки зору реалістичності виробничої ситуації, вірогідності вихідних даних (на цьому етапі може виникнути потреба в корегуванні умови, переформулюванні і складанні нової задачі).

Компетентісна спрямованість навчання реалізується, насамперед, у процесі розв'язування завдань різних рівнів складності, породжених, як правило, певними виробничими потребами, що передбачає наповнення змісту курсу фізики відповідними обчислювальними, експериментальними, дослідницькими та якісними задачами, практичними, лабораторними роботами тощо. Компетентісне спрямування змісту дає можливість продемонструвати, як фізичні теорії, закони, закономірності застосовуються на практиці, впливають на розвиток техніки, підвищують ефективність виробничої діяльності кваліфікованого виробника.

Формування предметних компетенцій з фізики потребує розроблення наукових основ побудови компетентісно орієнтованої системи вправ шкільного підручника з урахуванням досягнень педагогічної науки. Побудова такої системи має задовольняти вимогам до змісту (відображати основний, методологічний і політехнічний навчальний матеріал; містити завдання, що потребують різнорівневої пізнавальної діяльності учнів, а також вправи з формування ключових і предметної компетенстей),

структури (відображати дедуктивну побудову навчального матеріалу; складатися з підсистем і модулів, де завдання розв'язуються в порядку наростання складності) і обсягу (містити мінімальну кількість завдань потрібну для засвоєння навчального матеріалу).

Система компетентісно орієнтованих задач – це спеціально структурована сукупність взаємопов'язаних і взаємозалежних дидактичних одиниць відповідного змісту, що утворюють цілісну єдність і підпорядковані навчально-виховній меті.

У науковій літературі пізнавальне завдання – це завдання, що передбачає «...пошук нових знань, формування практичних умінь, активне використання логічних зв'язків, відношень і доведень» [46]. Система – «...цілісний об'єкт, елементи якого перебувають у певних взаємозв'язках. Відношення між елементами формують структуру системи» [47]. В основу цього означення покладено філософське розуміння системи як множини елементів, що знаходяться у відношеннях і зв'язках між собою та утворюють певну цілісність, єдність. Кожна система – це складний об'єкт, що має ієрархічну побудову й передбачає можливість поділу на підсистеми або входження як елемента в іншу. Суттєвою ознакою системи є її структурність: спосіб упорядкування елементів, схема взаємозв'язків і відношень між ними.

Побудова системи компетентісно орієнтованих завдань здійснюється з урахуванням фізико-математичних закономірностей змісту навчального матеріалу; ієрархічної підпорядкованості завдань психологічним особливостям і закономірностям процесу засвоєння знань учнями старших класів; взаємозв'язків між фізичними теоріями, законами та поняттями; особливостей критичного мислення учнів (засвоєння не лише фактичних знань, а й способів самостійного їх набуття); можливостей та готовності застосування фізичних знань під час розв'язання пошукових завдань тощо.

Здійснивши систематизацію навчального матеріалу, проаналізувавши закономірності його засвоєння учнями, узагальнивши результати спостережень та експериментального навчання, визначимо загальні вимоги до конструювання системи компетентісно орієнтованих завдань з фізики: мета функціонування; цілісність; наявність різних типів задач та зв'язків між ними; зв'язок з навчально-виховним середовищем старшої школи.

У такій системі передбачається, насамперед, розв'язування задач відповідного змісту, спрямованих на формування фізичних знань, умінь і навичок, необхідних для розуміння природних, технічних та побутових явищ і процесів, оптимізацію цілей профільної орієнтації з урахуванням специфіки школи, інтересів і намірів педагогів, учнів та батьків. В її основу покладено такі загальнодидактичні принципи: цілісності; науковості й доступності (найпростіші завдання є основою для побудови складніших); систематичності (формування фізичних знань і вмінь здійснюється систематично та цілеспрямовано); творчої активності й самостійності (самостійне здобуття знань і розв'язування індивідуальних завдань); зв'язку

теорії з практикою (усвідомлення життєвої необхідності фізичних знань, розвиток розумового потенціалу дитини). Охарактеризуємо кожен із них.

Принцип цілісності. Систему компетентнісно орієнтованих завдань розглядаємо як багаторівневу конструкцію взаємодіючих елементів, об'єднаних у підсистеми, що сприяє досягненню єдиної мети функціонування.

Представлення системи завдань як різнорівневої конструкції з урахуванням ієрархічних і субординаційних зв'язків здійснюється на основі системного аналізу. Властивості цілісних складових системи та їх системоутворюючі зв'язки вивчаються на вищому рівні, де елементи нищого рівня є неподільною підсистемою із внутрішньою структурою.

Принцип науковості й доступності. Під час добору фізичних задач компетентнісно орієнтованого змісту для побудови системи завдань визначальна роль належить принципам науковості й доступності. Їхня регулююча функція проявляється в тому, що навчальний зміст не повинен суперечити науковому розумінню фізичних понять і явищ. Поділ системи на окремі елементарні завдання сприяє реалізації принципу доступності. «Цей принцип інколи називають принципом наростаючої складності. Щодо його реалізації, то Я. Коменський сформулював кілька правил: у навчанні треба йти від близького до далекого, від простого до складного, від відомого до невідомого» [91].

Рівень задач сконструйованої системи компетентнісно орієнтованих завдань має відповідати вимогам до навчальних досягнень учнів із певного розділу курсу фізики. Різні види задач передбачають варіативність застосування завдань, що надає можливість уточнити, конкретизувати й узагальнити відповідне фізичне поняття, розширити його обсяг і встановити взаємозв'язки з іншими.

Принцип систематичності. Поняття «*систематизація*» (від грец. *systema* – ціле, що складається з частин) трактується як «...розумова діяльність, у процесі якої досліджувані об'єкти організовуються у певну систему на основі вибраного принципу. ...Систематизації передують аналіз, синтез, узагальнення, порівняння» [47].

Специфічність фізико-математичного мислення полягає в тому, що його не можна сформувати в межах однієї навчальної теми. Набуття фізичних знань і вмінь має здійснюватися постійно й систематично впродовж тривалого часу в процесі вивчення різних розділів курсу, використовуючи методи й засоби спостереження, експериментування, виконання лабораторних і практичних робіт, розв'язування задач тощо. Тому формування узагальнених фізичних знань, умінь і навичок, профільна орієнтація учнів потребують конструювання спеціальної системи компетентнісно орієнтованих завдань. «Лише інтелектуальна система, що базується на сутності предметів, дає владу над нашими знаннями» [67]. Будь-яке знання перетворюється в наукове лише в системі, а логічно

розрізнені системи знань не забезпечують усвідомленого їх засвоєння, практичного застосування, розвитку мислення учнів.

Систематизація фізичних знань, що характеризується наявністю у свідомості структурно-функціональних зв'язків між їх різнорідними елементами здійснюється на основі виконання системи компетентнісно орієнтованих завдань. Системність знань передбачає розуміння співвідношення між різними фізичними поняттями, поняттями і законами, науковими фактами та постулатами, постулатами й наслідками, усвідомлення особистістю знань за їхнім місцем у науковій теорії. У змісті системи фізичних понять виділяють інваріантне ядро як пояснювальну теоретичну частину, яка пов'язана з їхнім застосуванням. Зміст такої системи складає не лише сукупність істотних ознак, а й наслідки, що з них випливають. Вищою формою систематизації знань, що свідчить про певний рівень пізнання на сучасному етапі розвитку науки, є цілісна наукова картина світу.

Виконання компетентнісно орієнтованих завдань з різних розділів курсу фізики передбачає послідовне формування в учнів наукової системи знань і відповідних способів діяльності. У філософських, психолого-педагогічних і методичних дослідженнях вітчизняних та зарубіжних учених системність у знаннях свідчить про високий рівень засвоєння школярами наукових понять [16, 62, 63 та ін.].

З метою успішного формування і практичного застосування фізичних знань, умінь і навичок важливо дотримуватися систематичності викладу навчального матеріалу з урахуванням внутрішньої логіки курсу фізики. За таких умов набуті учнями знання вибудовуються в певну систему.

Принцип творчої активності та самостійності. Самостійні завдання компетентнісного характеру мають бути спрямовані на здобуття глибоких фізичних знань, способів їх застосування і розвиток пізнавальних здібностей учнів. Варіативність типів, видів та змісту відповідних задач забезпечує формування стійких практичних умінь і навичок. Ефективність самостійної роботи підвищується за умови її органічної інтеграції у цілісний навчальний процес, систематичного, планомірного, індивідуального розв'язування задач компетентнісного змісту.

Принцип зв'язку теорії з практикою. Можливість здійснення зв'язків між навчанням і практичною діяльністю учнів, посилення практичної спрямованості змісту курсу фізики обумовлено такими чинниками: чисельні фізичні закони й закономірності ефективно використовуються в організації й технології сучасного виробництва; фізичні вміння та навички, формування яких передбачено навчальною програмою, безпосередньо застосовуються в продуктивній праці; процес трудового навчання й виховання старшокласників – мало дієвий без опори на фізико-математичні знання тощо.

Дотримуючись дидактичних, виховних і розвивальних цілей навчання, а також мети профільної підготовки старшокласників, визначимо вимоги до змісту компетентнісно орієнтованих задач з фізики: наявність в умові

пізнавальної інформації про сучасне виробництво; відображення реальної технологічної ситуації; інтеграція виробничого сюжету в умову, а не лише створення формального термінологічного фону; лаконічність, неперевантаженість спеціальною професійною термінологією; відповідність теоріям, законам і закономірностям фізики як науки тощо.

Про ієрархічну побудову системи компетентісно орієнтованих завдань свідчить наявність різних видів фізичних задач (обчислювальних, якісних, експериментальних, дослідницьких) і взаємозв'язків між ними. Конструювання задач передбачає використання змісту відповідних навчальних розділів курсу фізики. В основу побудови такої системи покладено системоутворюючі зв'язки, що реалізуються між різними видами пізнавальних завдань у межах кожного ієрархічного рівня (по горизонталі) та між супідрядними елементами різних рівнів (по вертикалі).

Вертикальні зв'язки представлено, як правило, зв'язками між типами задач, за допомогою яких формуються відповідні поняття та вміння. Ці зв'язки є необхідною умовою ефективного функціонування цілісної системи компетентісно орієнтованих завдань. Типологізацію завдань здійснюють за змістом, способами діяльності, метою виконання тощо. У кожному типі діють взаємозв'язки між різними видами завдань, що відображають характер пізнавальної діяльності учнів та етапи формування фізичних знань і вмінь.

Кожний наступний вид завдань буде результативним за умови впровадження в навчальний процес попереднього, адже, не усвідомлюючи сутність того чи іншого поняття або вміння, не володіючи змістовим та операційним складом, неможливо їх практично застосовувати. Водночас, без необхідної кількості вправлянь уміння не може ефективно використовуватись у процесі розв'язання творчих завдань [51, 52, 56, 57, 58].

Цілісна система компетентісно орієнтованих завдань з фізики реалізовується у процесі взаємодії з іншими складовими навчально-виховного процесу в старшій школі: змістом, методами, формами, засобами навчання тощо. Ефективність функціонування цієї системи залежить від усвідомлення її значення, структури, потенційних можливостей.

У старшій школі учні розв'язують текстові, експериментальні та комбіновані задачі, інтерпретують рівняння, формули, графіки, визначають функціональну залежність між фізичними величинами. Аналіз літературних джерел дає змогу встановити, що загальна методика розв'язування задач ґрунтується на знаннях різних наукових галузей: психології, дидактики, фізики та нової наукової дисципліни – загальної теорії розв'язування задач (радіології), у якій інтегруються логіка, філософія, кібернетика, математика, інформатика, семантика, семіотика, системологія тощо [61].

Сформулюємо такі дидактичні вимоги до змісту та способів розв'язування компетентісно орієнтованої системи вправ: завдання мають бути тісно пов'язані із змістом навчального матеріалу курсу фізики, доповнювати його конкретними прикладами та відомостями, спрямованими на ознайомлення

учнів з об'єктивними науковими фактами, методами пізнання природи (принцип науковості); потрібно здійснювати дослідження конкретних об'єктів і явищ, дотримуватися однозначності вхідних і кінцевих величин, запитань та відповідей (принцип достовірності); інформація, що міститься в умові задачі, а також процес її розв'язування мають ґрунтуватися на засвоєних раніше знаннях і відповідати розумовим здібностям учнів певної вікової групи (принцип доступності); кількість компетентісно орієнтованих завдань має бути достатньою для організації самостійної роботи школярів і охоплювати основні розділи курсу фізики, під час їх добору мають враховуватися індивідуальні особливості учнів, матеріальна база фізичного кабінету тощо (принцип оптимізації знань); у процесі складання компетентісно орієнтованих фізичних завдань мають розкриватися зв'язки у системах «природа – людина», «природа – техніка», «людина – техніка» (принцип зв'язку навчання з життям); система вправ має містити завдання, спрямовані на набуття учнями вмінь моделювати різноманітні виробничі ситуації (принцип систематичності та послідовності); учні мають розуміти зміст завдання, усвідомлювати його сутність (принцип розумової активності); розв'язування різними методами із застосуванням математичного апарату і прийомів науково-дослідницької роботи компетентісно орієнтованих завдань, має сприяти формуванню обчислювальних, експериментальних, творчих та дослідницьких компетенцій (принцип поєднання різних методів і форм навчання).

На основі проведеного аналізу виявлено відмінності в технологіях діяльності з розв'язування задач традиційної та компетентісно орієнтованої моделі навчання. Мета традиційної моделі – розумовий розвиток дитини, відтворення системи репродуктивних задач, якими перевіряються вміння діяти в заданих умовах за зразком. Особливості такого процесу навчання – авторитарний підхід; навчання здійснює лише вчитель; орієнтація на усталені зразки; розв'язуються лише окремі конкретно-практичні задачі; на основі «жорсткого управління» формується репродуктивне мислення; використовуються лише алгоритмічні прийоми розумової діяльності; застосовуються часткові методи розв'язування задач. Головний недолік такої технології полягає в тому, що вчитель намагається вчити розв'язувати завдання відразу цілісно, а більшість учнів не готова до цього і втрачає інтерес до навчання взагалі.

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 [34], 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. Мисленнєво «переміщуючись» від одного методу до іншого, від однієї задачі до іншої, учень залучається до активного процесу самостійного здобуття знань, передбачених навчальними планами і програмами. Сукупність задач досить різноманітна – від найпростіших, які потребують елементарних пізнавальних зусиль учня, до дослідницьких, розв’язання яких вимагає значних інтелектуальних затрат і довготривалого часу.

Особливості такого процесу навчання – демократичний та системно-структурний підходи; індивідуальне й диференційоване, особистісно та компетентнісно орієнтоване навчання; використання завдань і задач різних рівнів складності; добір системи завдань та загальних методів їх розв’язування; опора на орієнтовну основу дій як евристичну програму управління діяльністю школярів (теорія поетапного формування розумових дій, розроблена П. Гальперінім та Н. Талізіню, що сприяє формуванню істинних і раціональних способів мисленнєвої діяльності); усвідомлення умови задачі та її графічна інтерпретація; формування узагальнених прийомів мислення, потреби самоосвіти; навчання учнів рефлексії власної діяльності; розвиток алгоритмічних та евристичних прийомів розумової діяльності (аналіз, синтез, порівняння, абстрагування, узагальнення, класифікація, систематизація, аналогія); застосування системно-комплексного підходу у розв’язуванні задач (Є. Коршак); поетапна структуризація процесу систематизації та узагальнення знань на рівні фундаментальних наукових понять і законів, теорій і принципів та наукових картин світу (С. Гончаренко) [61].

Основні етапи розв’язування компетентнісно орієнтованих задач: виокремлення у структурі розв’язування певної сукупності дій, якими повинен оволодіти учень (окремі елементи, операції, уміння й навички, наприклад: запис умови, зображення малюнку, відшукування основного рівняння у векторній або скалярній формі тощо); засвоєння окремих елементів розв’язування задачі, оволодіння ними переважною більшістю учнів; розв’язання задач-зразків; відпрацювання загального алгоритму розв’язку задач певного типу; самостійна робота; складання і розв’язування фізичних задач, головним дидактичним змістом яких є побудова ланцюжка їхніх графічних, семантичних, текстових, вербальних, математичних та ін. моделей, що ґрунтуються на використанні методів спостереження, експерименту, аналогії, гіпотези, ідеалізації тощо.

Виокремимо етапи компетентнісно орієнтованої методики розв’язування і складання фізичних задач у загальноосвітній школі: виконання вправ на розпізнавання формул, законів, графіків тощо; ознайомлення з якісними задачами; розв’язування пробних задач на основі застосування здобутих знань, наприклад, задач-прикладів, у яких наведено загальний хід розв’язування з пояснюючою аргументацією.

Підсумовуючи вище сказане, зазначимо, що традиційна методика навчання розв'язуванню задач базується лише на побудові і використанні готових моделей діяльності суб'єкта навчання й орієнтується на роботу учня з окремою фізичною задачею, не враховуючи поетапного набуття досвіду їх розв'язання. До кожної із задач застосовується емпіричний узагальнений «універсальний» алгоритм, ігнорується роль евристики як чогось «недосконалого» або «несформованого». Узагальнений алгоритм існує ніби сам собою, окремо, поза методами і способами розв'язування. Вивчення теорії та методів фізики розглядаються лише пояснювально-ілюстративно, а знання про задачі, їх змістову структуру, умови виникнення і функціонування ще не увійшли до стандарту фізичної освіти загальноосвітньої школи. Складання фізичних задач розглядається лише як окремий додатковий педагогічний прийом (А. Павленко) [45].

Компетентісно орієнтована модель навчання розв'язуванню задач є цілісною системою, у якій поєднуються евристичні та алгоритмічні підходи, продуктивна й творча діяльність. Технологічний процес містить певну сукупність операцій, методів та засобів навчання, які складають її структурні елементи. Послідовність їх використання відіграє роль алгоритму, використовуючи який отримують шуканий результат. Учителю має не лише володіти різними алгоритмами розв'язування фізичних задач, як загальними так і частковими, а й необхідними способами їх відшукування і побудови [42].

Традиційна методика навчання розв'язуванню компетентісно орієнтованих задач доповнюється вміннями їх добору та складання. Складання фізичних задач – важливий вид самостійної діяльності учнів в умовах модернізації шкільної освіти. Під складанням задачі розуміють самостійну постановку й розв'язання учнями певної проблеми за допомогою логічних умовиводів, математичних дій та експериментів на основі законів і методів фізики.

Складання фізичних задач як методичний прийом має більше, ніж п'ятдесятирічну історію. У багатьох посібниках, де висвітлено методичні аспекти розв'язування задач (П. Знаменський, С. Каменецький, В. Орехов та ін.) велику увагу приділено їх самостійному складанню учнями. Водночас підкреслено значущість цього педагогічного прийому, який дає змогу отримати повне уявлення про задачу і процес її розв'язання [25; 28; 37]. Складені компетентісно орієнтовані задачі доповнюють традиційну систему вправ, що використовується впродовж вивчення курсу фізики. Оптимальна їх кількість має бути достатньою для організації самостійної роботи учнів. Така система знайшла відображення у працях А. П'єришкіна, де уточнено мету складання задач у процесі навчання фізики на різних етапах розвитку загальноосвітньої школи, виявлено основні шляхи його вдосконалення, взаємний зв'язок процесів складання та розв'язування, запропоновано методику навчання учнів складанню фізичних задач [43].

Добір і складання компетентнісно орієнтованих задач здійснюється з урахуванням психофізіологічних та індивідуальних особливостей учнів, змісту і специфіки навчального матеріалу, що створює необхідні умови для ефективного навчання. Результативність навчально-виховного процесу залежить від методичної компетентності вчителя, важливою складовою якої є професійні вміння (гностичні, проектувальні, конструктивні, комунікативні, організаторські).

У табл. 2.5 подано вимоги до складання подібних задач, що дає змогу узагальнити й упорядкувати засоби і методи підвищення ефективності навчання фізики у старшій школі.

Таблиця 2.5

Вимоги до складання компетентнісно орієнтованих фізичних задач	
Дидактичні принципи	Дидактичні вимоги до змісту компетентнісно орієнтованих фізичних задач
Науковості	Завдання мають бути тісно пов'язані зі змістом навчального матеріалу з фізики, доповнювати його конкретними прикладами та відомостями, спрямованими на ознайомлення учнів з об'єктивними науковими фактами, методами наукового пізнання
Достовірності	Дослідження конкретних об'єктів і явищ природи, однозначність вихідних і кінцевих величин, запитань та відповідей
Доступності	Інформація, що міститься в умові задачі, а також процес її розв'язування мають ґрунтуватися на засвоєних знаннях і відповідати розумовим можливостям учнів певної вікової групи
Оптимізації знань	Кількість компетентнісно орієнтованих завдань має бути достатньою для організації самостійної роботи учнів як у класі, так і в позаурочний час, і охоплювати основні розділи курсу фізики. Під час добору задач мають враховуватися індивідуальні особливості учнів, матеріальна база фізичного кабінету
Зв'язку навчання із життям	У процесі складання компетентнісно орієнтованих фізичних задач має розкриватися зв'язок між явищами природи і людиною, природою і технікою
Систематичності навчання	Система компетентнісно орієнтованих фізичних задач має містити завдання, спрямовані на набуття учнями вмінь моделювати різноманітні виробничі ситуації
Свідомості та активності учнів	Учні мають розуміти зміст задачі, ставити запитання, що спонукають усвідомити її суть, стимулюють до пошуку відповідей
Поєднання різних	Компетентнісно орієнтовані завдання мають сприяти виробленню в учнів практичних умінь і навичок під час

методів і форм навчання	складання та розв'язування різних видів фізичних задач (обчислювальних, експериментальних, якісних, творчих, дослідницьких), що розв'язуються різними методами із застосуванням математичного апарату і прийомів науково-дослідницької роботи
Створення умов для навчання	Наявність збірників задач, технічних засобів навчання, створення доброзичливих стосунків між суб'єктами навчального процесу

Складена учнем задача має описувати природні процеси, пояснювати фізичну ситуацію, а інформація, потрібна для її розв'язування, має бути вичерпною і точною. Форма описання сюжету – закінчений, логічно пов'язаний текст. Важливо, щоб умова задачі відображала взаємозв'язок між вхідними та шуканими величинами, містила точні числові значення і терміни.

Особливе значення в структурі задачі відіграють запитання. Від того, як вони сформульовані, залежить розуміння сутності задачної ситуації. Аналіз умови, коректна постановка запитання забезпечує загальний успіх розв'язування. Основні вимоги до формулювання запитання: доступність (відповідь надається, спираючись не на випадкову здогадку, а на знання); точність і визначеність (обсяг і зміст запитання мають бути гранично визначені, щоб не допустити неоднозначних тлумачень); дидактична простота, логічна однорідність; відсутність у змісті запитання елементів розв'язку.

Наведемо різні методичні прийоми складання фізичних задач: використання існуючих задач з іншими значеннями величин; добір за умовою і значеннями величин; добір нових значень, помінявши місцями умову і запитання; добір кількох вихідних даних за умовою і запитанням; складання задачі за схемою-умовою і запитанням, запитанням або розв'язком, типом або значенням величин, узятих з експерименту.

Використання завдань із складання та розв'язування задач має підпорядковуватись основній дидактичній меті – розширенню і поглибленню знань учнів. Вони здійснюються у таких формах: фронтальна робота, під час якої учні складають і розв'язують передбачені вчителем задачі, засвоюють технологію цього процесу; самостійна – спрямована на оволодіння знаннями.

На початку навчання учнів складання задач вихідну ситуацію добирає вчитель. З урахуванням типу і змісту сюжету, він формулює послідовний ланцюжок питань, учні самостійно їх розв'язують, а потім конструюють нову задачу. Наступний етап – самостійне складання, постановка, розв'язування й оформлення задачі. Враховуючи походження фізичних знань, способи їх фіксації і структуру, специфіку школи, дійдемо висновку, що складання задач найефективніше здійснюється шляхом використання пояснювально-ілюстративного методу.

На основі аналізу теоретичного й практичного досвіду, можна зробити висновок, що використання завдань із складання компетентісно орієнтованих задач у загальноосвітній школі значно активізує мислення учнів, сприяє індивідуалізації навчання, реалізації принципу політехнізму. Складаючи такі задачі, школярі усвідомлюють їх генезис, логічну структуру, мотиваційну основу розв'язання і процесу навчання загалом, що позитивно позначається на формуванні предметної компетентності, часткових й узагальнених умінь розв'язувати задачі, самостійному оволодінні навчальним матеріалом.

Методика побудови компетентісно орієнтованої системи вправ з фізики, що розроблена з урахуванням сформульованих вимог до її змісту, структури й обсягу, має наступні етапи: аналіз змісту програмного навчального матеріалу з метою виокремлення об'єктів вивчення – фактів, наприклад (властивості газів), понять («ідеальний газ», «внутрішня енергія», «кількість теплоти» тощо), фізичних величин (тиск, температура), законів (перший і другий закони термодинаміки), теорій (молекулярно-кінетична теорія ідеального газу), методів (статистичний і термодинамічний), засвоєння яких повинно забезпечуватися розв'язуванням відповідних завдань; виокремлення в навчальному матеріалі елементів політехнічних (фізичні основи роботи теплових двигунів, шляхи підвищення їх ККД тощо), методологічних (межі застосування газових законів і критерії їх істинності, роль експерименту як джерела інформації) і компетентісних (оцінювання ролі знань про принципи роботи машин і механізмів в житті людини і суспільному розвитку, формування наукового світогляду й ставлення до фізичної картини світу) знань; визначення структури системи, її відповідність змісту розділів курсу фізики; обґрунтування обсягу, що базується на аналізі співвідношення елементів змісту навчального матеріалу й експериментальних даних про середні затрати часу на розв'язок різних типів завдань; добір вправ, розроблення нових і трансформація наявних завдань; ієрархічна підпорядкованість завдань рівням розумової діяльності учнів; порівняння сконструйованої системи з вправами сучасного підручника; експериментальна перевірка її ефективності, коригування змісту, структури й обсягу, виявлення оптимальних умов застосування в навчальному процесі.

Впровадження розробленої методики забезпечує добір завдань відповідно цілісній системі вимог до компетенцій учнів під час вивчення фізики; структурування вправ залежно від подання змісту навчального матеріалу; диференціацію завдань відповідно рівням розумової діяльності учнів; визначення обсягу системи, її компонентів з урахуванням часу, відведеного навчальною програмою на засвоєння курсу.

Визначальним показником оцінювання вмінь розв'язувати компетентісно орієнтовані завдання є їх складність, яка залежить від кількості правильних, послідовних, логічних кроків та операцій, здійснених учнем: усвідомлення умови; запис її у скороченому вигляді; створення схеми або малюнка;

виявлення додаткових даних; вираження величин в одиницях СІ; знаходження шуканої величини; обчислення числових значень невідомих; аналіз і побудова графіків; перевірка правильності розв'язку, користуючись методом розмірностей; оцінювання вірогідності одержаного результату.

Компетентнісно орієнтовані фізичні завдання використовуються на різних етапах навчально-виховного процесу: створення проблемних ситуацій; повідомлення нових та перевірка глибини й міцності засвоєних знань; формування практичних умінь і навичок; повторення й закріплення навчального матеріалу; розвиток творчих здібностей учнів тощо.

Цілеспрямоване формування предметної компетентності з фізики засобами розв'язування відповідної системи вправ забезпечує здатність особистості здійснювати навчальну діяльність як складову соціального досвіду шляхом засвоєння фізичних та універсальних методологічних знань, реалізації відомих способів діяльності, зокрема евристичної та дослідницької, емоційно-ціннісного та соціально-адаптаційного ставлення до пізнання навколишнього світу. Використання розробленої системи сприяє підвищенню ефективності навчально-виховного процесу, забезпечуючи високу якість компетенцій учнів, успішне застосування знань у різних життєвих ситуаціях.

Використання компетентнісно орієнтованої системи задач у сучасному підручнику фізики старшої школи посилює його діяльнісну основу відповідно до методологічних засад навчання і формування ключових і предметної компетентностей учнів. Розв'язування таких задач сприяє засвоєнню знань про стан природного середовища, сферу застосування фізичних законів, усвідомленню органічної єдності людини та природи, цілісності фізичної картини світу, практичного використання відповідних законів і закономірностей, виявленню ставлення до ролі фізичних знань у житті людини, суспільному розвитку, техніці, становленню сучасних технологій.

2.3. Розв'язування компетентнісно орієнтованих задач з використанням комп'ютера

Інформатизація системи освіти й упровадження сучасних інформаційних технологій у навчальний процес надають особливої значущості проблемі розроблення комп'ютерно орієнтованих способів розв'язування задач, що спричинено наповненням курсу фізики математичними методами відображення й опрацювання інформації, задачним підходом до навчання, візуалізацією моделі задачної ситуації, активним втручанням суб'єкта навчальної діяльності в динаміку «екранної події» (інтерактивна взаємодія), опрацюванням результатів обчислювальних, експериментальних та дослідницьких задач, здійсненням автоматизованого експерименту на базі засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), використанням інформаційно-довідкової підтримки тощо.

Учитель повинен не лише мати уявлення про ІКТ, а й бути фахівцем з їхнього застосування, адже подібні технології активно застосовуються для передачі інформації й забезпечення взаємодії педагога й учня в сучасних системах відкритого й дистанційного навчання. На рис. 2.3 подано класифікацію засобів ІКТ.

На думку І. Роберт застосування сучасних інформаційних технологій у навчанні потребує оволодіння такими видами діяльності: реєстрація, збір, нагромадження, зберігання, оброблення та передача інформації про досліджувані об'єкти, явища, процеси; взаємодія користувача з комп'ютерною системою, що характеризується вибором варіантів змісту навчального матеріалу, режимів роботи – інтерактивний діалог; управління реальними об'єктами та їх відображенням на екрані; автоматизований контроль (самоконтроль) результатів навчальної діяльності, корекція, тренування, тестування [2; 53].

Інтеграція засобів ІКТ у сучасний навчальний процес не можлива без певної перебудови традиційних методик складання і розв'язування задач, що обумовлює необхідність вивчення таких питань: іманентно закладена в задачну ситуацію «віртуальна реальність» ускладнює формування адекватного уявлення щодо перебігу реального фізичного процесу; автоматизована графічна інтерпретація результатів розв'язку передбачає формування спеціальних навичок розпізнавання смислу «екранного образу»; використання програмно-апаратних засобів потребує оволодіння відповідними видами діяльності; перенесення набутих способів діяльності у нові педагогічні умови.

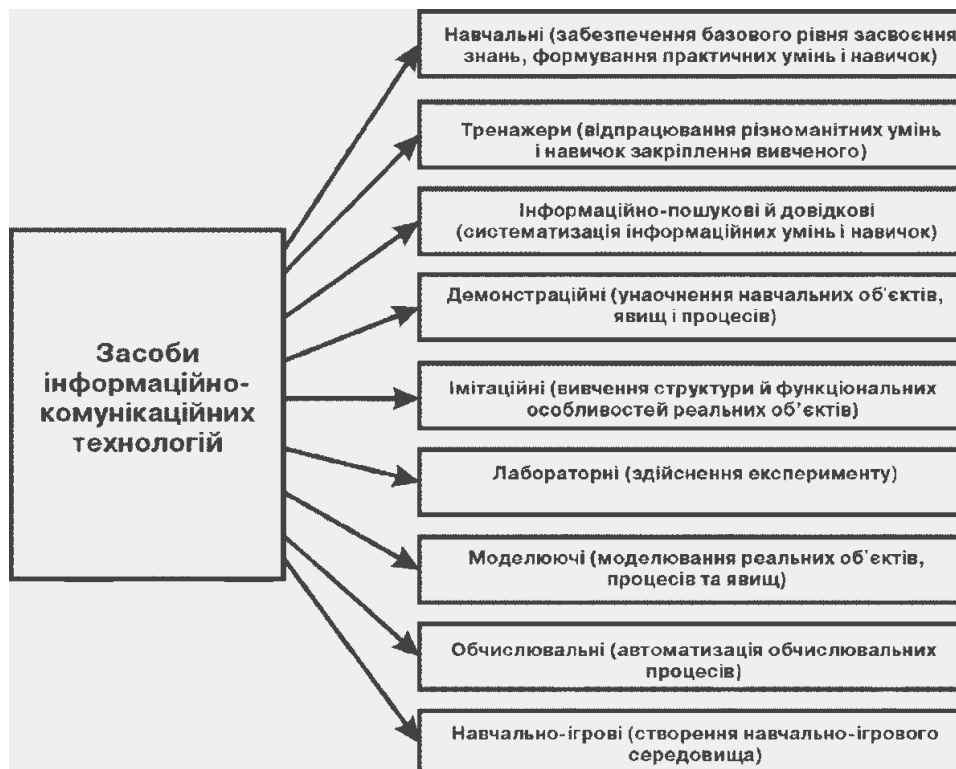


Рис. 2.3. Класифікація засобів інформаційно-комунікаційних технологій

Основними завданнями математичної підготовки учнів під час розв'язування компетентнісно орієнтованих фізичних задач поряд із засвоєнням теоретичного матеріалу є формування вмінь: розв'язувати типові задачі на рівні основних програмних вимог; застосовувати математичний апарат (наприклад, елементи векторної алгебри для обчислення роботи та моменту сили відносно точки, визначення напрямку дії і величини сили Лоренца тощо); використовувати педагогічне програмне забезпечення GRAN, програмний засіб DERIVE, математичний пакет MAPLE тощо.

Визначимо вимоги до інформаційно-комунікаційних технологій, що використовуються під час розв'язування фізичних задач: комплексність та універсальність; доступний інтерфейс; відповідність програмного забезпечення змісту курсу фізики; простота, надійність і сумісність з периферійними пристроями тощо.

Будь-яка операція із засобами ІКТ передбачає прийняття рішень щодо планування подальшої діяльності. Усвідомлення низки попередніх дій, що призвели навчальне середовище «учень–задача–засоби ІКТ» до існуючого стану та визначення кількості «кроків», потрібних для досягнення результату, пов'язане, з одного боку, з цілями процесу розв'язування задач, з іншого – рівнем розумового розвитку дитини.

Розглянемо компетентнісно орієнтовані задачі з фізики як окремий вид навчальних завдань, результати розв'язання яких пов'язані з предметною діяльністю. Діяльність, що здійснює учень під час розв'язування таких задач – процес учіння, а кінцева мета – формування ключових і предметної компетентностей. Характерною ознакою такої діяльності є залучення спеціальних засобів та приладів, що потребують засвоєння певної множини відповідних знань, умінь і навичок та готовності їх застосування на практиці.

Навчання розв'язувати компетентнісно орієнтовані задачі з фізики означає оволодіння старшокласниками знаннями про різні способи їх представлення (текстовий, графічний, параметричний тощо), технологіями розв'язування, вміннями добирати експериментальні, творчі та дослідницькі задачі, визначати систему задач для контролю і корекції знань.

Вибір та організація тієї множини інформації, що необхідна для розв'язування задачі, переважно визначається особистісним досвідом, професійним рівнем, нахилами і здібностями дитини. З накопиченням досвіду розв'язування компетентнісно орієнтованих задач спрощується операція перенесення алгоритму розв'язку у нові педагогічні умови, механізм якої полягає в усвідомленні загального у структурі дій.

Сформулюємо умови уніфікації алгоритмічних приписів розв'язування задач: мисленнєві операції, що проявляються під час виконання приписів, визначаються рівнем усвідомлення умови задачі, глибиною цілепокладання; визначаючи зміст та структуру припису, враховують множину ініційованих структур діяльності; з огляду на загальну класифікацію компетентнісно

орієнтованих задач, конструюються зміст і структура припису відповідно до навчального завдання.

Одним із способів розв'язування задач з використанням комп'ютера є моделювання фізичних явищ і процесів. Застосування комп'ютерних моделей дає змогу управляти «поведінкою» об'єктів на екрані монітора, змінюючи початкові умови задачі, спостерігати за перебігом досліджуваних процесів, графічно представляти функціональні залежності між фізичними величинами тощо.

У процесі розв'язування задач моделі виконують функції конкретизації, схематизації, побудови наочного образу, абстрагування, узагальнення тощо. Різні види моделей слугують з'ясуванню змісту задачі, її аналізу, розв'язуванню, дослідженню вірогідності результату. Являючи матеріалізовані опори мислення, вони (моделі) значною мірою визначають і скеровують мисленнєві операції учнів. Тому моделі є основним засобом розв'язування задач, а моделювання – основною формою діяльності під час їх розв'язання [12; 17].

Моделювання є методом теоретичного і практичного опосередкованого пізнання, де дослідник замість безпосереднього об'єкта вибирає або створює подібний допоміжний – модель, досліджує її, а здобуту інформацію екстраполює на реальний предмет вивчення. Основний смисл моделювання полягає в тому, щоб за результатами дослідів з моделями можна було б здобути шукану інформацію про досліджуваний об'єкт, безпосереднє вивчення якого ускладнено.

Дидактично обґрунтована система різних типів задач, спрямованих на встановлення і поступову активацію зв'язків між фізичними поняттями, сприяє формуванню такої моделі предметної галузі у семантичному просторі суб'єкта навчання, яка найбільш точно відображає існуючі зв'язки між матеріальними об'єктами фізичної реальності і дає змогу розв'язувати практичні задачі різного рівня складності. У такий спосіб формуються ключові й предметна компетентності з фізики, здатність розв'язувати життєво важливі завдання, аналізувати і діяти з розумінням фізичної картини світу.

Методологічний аспект розв'язування компетентнісно орієнтованих задач полягає у моделюванні задачної ситуації, що потребує побудови відповідної теоретичної моделі. Теоретична модель розв'язування задачі ґрунтується на застосуванні таких наукових методів пізнання: аналіз, синтез, ідеалізація, абстрагування, порівняння, аналогія та ін. Як правило, вона містить три компоненти: фізичний, математичний та графічний (рис. 2.4).

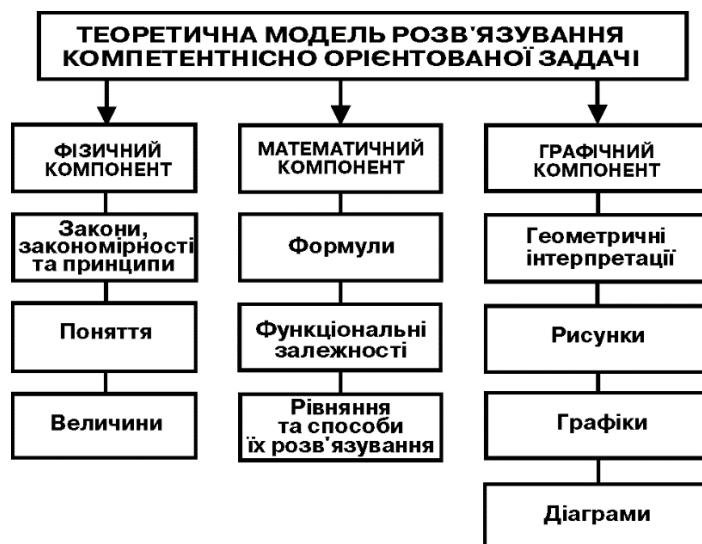


Рис. 2.4. Теоретична модель розв'язування компетентісно орієнтованої задачі

Фізичний компонент містить закони, закономірності, принципи, поняття та величини. Математичний – представлено у формулах, відповідних геометричних відображеннях, функціональних залежностях, рівняннях та способах їх розв'язування. Графічний – це інтерпретація об'єкта і предмета задачі в рисунках, графіках, діаграмах тощо.

Комп'ютерна модель – це опис або зображення досліджуваного об'єкта відповідно до можливостей певної програми, у якій інтегруються особливості матеріального і мисленнєвого моделювання [19]. За навчальним змістом такі моделі можна умовно поділити на статичні моделі-схеми задачної ситуації з фрагментарною анімацією, мультиплікаційні моделі імітації фізичних явищ і процесів та роботи механізмів, інтерактивні моделі-графіки, відеосюжети проблемних фізичних ситуацій, конструкторські тощо.

Під час розв'язування задач комп'ютерна модель постає як спосіб узагальнення задачної ситуації шляхом логічно впорядкованого подання навчальної інформації в специфічній формі, що дає змогу будувати динамічні наочні ілюстрації фізичних явищ і процесів, відображених в умові, візуалізувати спрощену модель певного природного явища, варіювати часовий масштаб подій, моделювати різноманітні задачні сценарії, які складно реалізувати безпосередньо. Розбудовуючи логічну структуру комп'ютерних моделей і вивчаючи можливість їх формалізації, виявляють основні чинники, що впливають на експериментальні об'єкти, досліджують реакцію фізичної системи на зміни параметрів і початкових умов.

Визначимо типи фізичних задач, у процесі розв'язування яких доцільно застосовувати метод комп'ютерного моделювання. До них належать ті, які неможливо розв'язати без використання специфічних обчислювальних засобів, наданих у відповідному педагогічному програмному забезпеченні (визначення

площі криволінійної трапеції, довжини дуги кривої, значення визначеного інтегралу, апроксимація функціональної залежності тощо), потребують швидкого опрацювання результатів експерименту, виконання графічних побудов складних функціональних залежностей, а також демонстраційно-аналітичного (аналіз поведінки функції на різних інтервалах її області визначення – рівняння стану реальних газів, сила міжмолекулярної взаємодії, радіоактивний розпад тощо) та демонстраційно-навчального характеру (інтерпретація складних функціональних залежностей шляхом їх графічного представлення – фігури Ліссажу, потужність й енергія коливальних процесів, інтерференційні й дифракційні явища та ін.).

Розв'язування компетентнісно орієнтованих фізичних задач здійснюється в специфічних навчальних середовищах. Головним завданням такого інтерактивного середовища є вивчення основних природних явищ, оволодіння фундаментальними поняттями, законами й теоріями класичної та сучасної фізики, методами наукового дослідження, набуття прийомів розв'язування задач з використанням компонентів новостворених систем моделювання.

Процес розв'язування задач у таких середовищах передбачає побудову відповідного алгоритму: вивчити умову задачі й визначити відомі величини; з'ясувати наявність у середовищі відповідних моделей; ввести вхідні дані; якщо описати фізичні явища і процеси відомими моделями неможливо, то побудувати нові; поєднати відповідні елементи моделей-схем; кожному блоку математичної моделі поставити у взаємну відповідність множину одиниць вимірювання фізичних величини; здійснити обчислення; дослідити вірогідність отриманого результату.

Комп'ютерні інтерактивні моделі — це схеми, графіки, імітації процесів й експериментів, задачі, ігри, вхідні параметри яких задаються користувачем, а протікання процесів здійснюється на основі фізичних законів. Використовуючи їх, учень змінює відповідні параметри досліджуваних процесів, визначає їх екстремальні значення, встановлює функціональні залежності тощо, що дає змогу складати й розв'язувати обчислювальні, експериментальні та дослідницькі фізичні задачі.

Розв'язування задач, імітація фізичних процесів, явищ або ідеалізованих задачних ситуацій здійснюється в середовищі різноманітних навчальних комп'ютерних програм. Розглянемо деякі з них.

1. Interactive Physics

Однією з найпопулярніших є Interactive Physics, розроблена американською фірмою MSC Working Knowledge (російська версія – «Жива фізика»). Програма є проектним навчальним середовищем, яке є зручним і потужним інструментом вивчення фізики в школі. Користувач може створювати власні моделі фізичних явищ, здійснювати обчислення й автоматично відображати досліджувані процеси у вигляді анімацій, графіків, таблиць, діаграм тощо.

Наприклад, розглянемо модель руху тіла, кинутого під кутом до горизонту, що створена в середовищі «Жива фізика». В арсеналі учня під час

роботи з програмою є низка різноманітних можливостей – відображення векторів і значень фізичних величин, побудова графіків і зміна параметрів моделі (рис. 2.5).

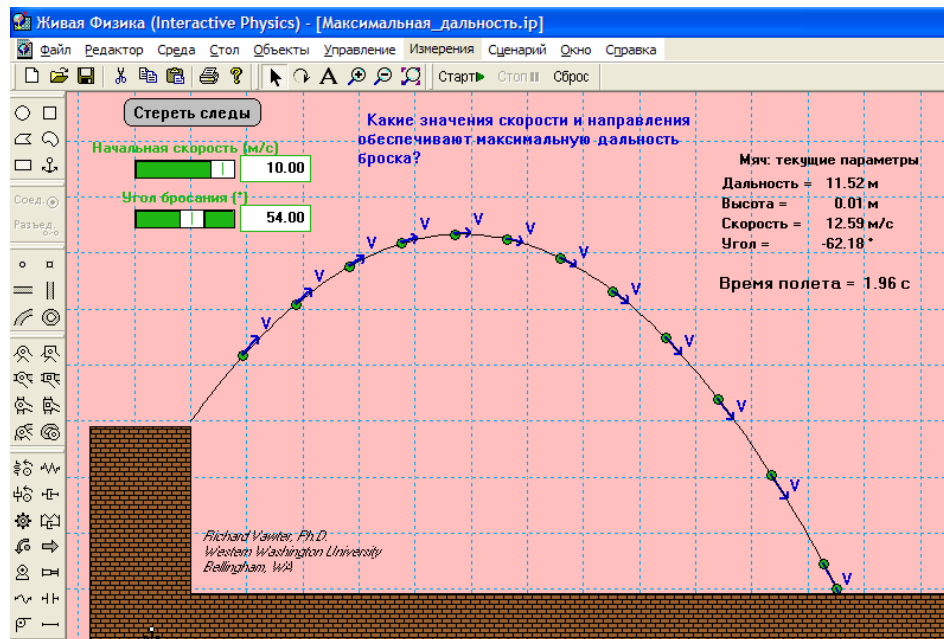


Рис. 2.5. Комп'ютерна модель руху тіла, кинутого під кутом до горизонту

Використовуючи комп'ютерну модель руху тіла, кинутого під кутом до горизонту (рис. 3), розв'яжемо таку задачу.

Задача. Артилерійська гармата розташована на горі висотою h . Снаряд вилітає із ствола із швидкістю v_0 , направленою під кутом α до горизонту. Нехтуючи опором повітря, визначте: а) горизонтальну дальність польоту снаряда; б) швидкість снаряда в момент падіння; в) кут падіння; г) рівняння траєкторії й д) початковий кут стрільби, при якому дальність польоту снаряда найбільша.

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 проєкцій 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'яжемо її відносно шуканих величин.

Розв'язок. Прямокутну систему координат вибираємо так, щоб її початок збігався із точкою кидання, а осі були направлені паралельно й перпендикулярно поверхні Землі. На рис. 3 зображено траєкторію руху снаряда, його початкову швидкість v_0 , горизонтальне переміщення S , швидкість u

момент падіння v (направлена по дотичній до траєкторії в точці падіння) і кут падіння β (кут між дотичною до траєкторії, проведеної в точці падіння, і нормаллю до поверхні Землі).

Для складання кінематичних рівнянь руху споектуємо вектори швидкості v_0 і v і вектор прискорення g на осі координат Ox і Oy . Проекції цих векторів дорівнюють відповідно: $v_0 \cdot \cos \alpha$; $v_0 \cdot \sin \alpha$; v_x ; v_y ; 0 ; $-g$.

Складаємо рівняння швидкості й руху снаряда в проекціях на осі координат. Оскільки проекція прискорення на горизонтальну вісь дорівнює нулю, то:

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \quad (1); \quad x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \quad (2); \quad v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - gt \quad (3);$$

$$y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \quad (4).$$

У момент падіння снаряда на землю, його координати дорівнюють відповідно:

$$x = S; \quad y = -h \quad (5).$$

Результуюча швидкість у момент падіння обчислюється за формулою

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (6).$$

У складеній системі рівнянь п'ять невідомих. З рівнянь (4) і (5)

знаходимо час польоту снаряда: $t = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g}$. Підставляючи значення t у формули (2) і (3) з урахуванням (5), відповідно одержуємо:

$$S = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha + v_0 \cos \alpha \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g} \quad (7); \quad v_y = -\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh} \quad (8);$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} \quad (9).$$

З одержаних результатів можна зробити наступні висновки. Якщо $h = 0$, то згідно з формулою (7) дальність польоту дорівнює $S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$.

За відсутності опору повітря швидкість падіння дорівнює за модулем початковій швидкості тіла незалежно від кута кидання. Враховуючи, що проекція швидкості на горизонтальну вісь із часом не змінюється, в момент падіння швидкість тіла утворює з горизонтом такий же кут, як і в момент кидання. Кут падіння знаходимо за формулою $\tan \beta = \frac{v_x}{v_y} = \frac{v_0 \cos \alpha}{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}$.

Щоб скласти рівняння траєкторії снаряда потрібно встановити взаємозалежність між його координатами в будь-який момент часу: $y = tg \alpha \cdot x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$. Це рівняння параболи вигляду $y = -ax^2 + bx$, що проходить через початок координат і розташована випуклістю вгору.

Розв'язуючи рівняння (2), (4) і (5), знаходимо, що $tg \alpha = \frac{v_0^2}{gS} \left(1 \pm \sqrt{1 + \frac{2gh}{v_0^2} - \left(\frac{gS}{v_0^2} \right)^2} \right) \quad (10).$

Дослідимо вплив величини початкового кута кидання на дальність польоту тіла. Якщо початкова висота дорівнює нулю (рух тіла розпочинається з поверхні Землі), максимальна дальність польоту досягається, як відомо, при величині кута кидання рівній 45° . Складніше визначити величину кута, при якій досягається максимальна дальність польоту, якщо початкова координата тіла на осі OY відмінна від нуля. Використання комп'ютерної моделі дає змогу визначити, що величина шуканого кута залежить від висоти кидання й початкової швидкості тіла. Вираз (10) має смисл лише за умови $1 + \frac{2gh}{v_0^2} - \left(\frac{gS}{v_0^2}\right)^2 \geq 0$, тобто $S \leq \frac{v_0 \sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g}$. Тоді максимальне горизонтальне переміщення снаряда $S_{max} = \frac{v_0 \sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g}$. Підставивши значення S_{max} в формулу (10), встановимо залежність величини кута стрільби від висоти розташування гармати й початкової швидкості снаряда: $tg\alpha = \sqrt{\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gh}}$.

Найбільші і найменші значення шуканих величин можна обчислити також, застосувавши методи математичного аналізу до дослідження функції $y = tg\alpha \cdot x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$ на екстремум. Алгоритм розв'язування задач, де потрібно визначити максимальне або мінімальне значення однієї із кінематичних величин, залишається незмінним: потрібно знайти алгебраїчну формулу шуканої величини в будь-який момент часу, виразивши її через задані характеристики руху. Щоб обчислити максимум або мінімум отриманої функції продиференціюємо її й прирівняємо похідну до нуля. У результаті одержимо рівняння, з якого знаходимо змінний параметр, що визначає максимальне або мінімальне значення шуканої величини. Буде функція мати максимум або мінімум, можна іноді визначити шляхом логічних міркувань, або, обчисливши її другу похідну. Якщо вона виявиться більше нуля, то функція має мінімум, якщо менше – максимум. Підставляючи знайдений параметр у початкову формулу, обчислюємо екстремальне значення шуканої величини.

Наведемо приклади задач із зміненими умовами.

Задача 1. Висота платформи – 0 м, а величина кута кидання становить 30° . Обчислити початкову швидкість тіла, при якій дальність польоту складає 221 м.

Задача 2. Початкова швидкість тіла – 40 м/с. Визначити величину кута кидання, при якому дальність буде в 4 рази більшою максимальної висоти підйому.

Задача 3. Обчислити, при яких кутах кидання дальність польоту тіла, кинутого із швидкістю 30 м/с, буде рівною 60 м.

З метою закріплення навчального матеріалу з теми «Рух тіла під дією

сили тяжіння», можна використовувати модель, представлену на рис. 2.6.

Рух тіла, кинутого горизонтально описується такими величинами: $\alpha = 0$; $v_{0y} = 0$; $v_x = v_{0x} = \text{const}$; $v_y = v_{0y} + gt$. Тоді $y = h = \frac{gt^2}{2}$; $x = S = v_{0x} \cdot t$. Звідки знаходимо $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$; $S = v_x \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ($v_{0y} = -6$ м/с; $v_x = v_{0x} = 250$ км/год = const; $v_y = v_{0y} + gt$; $h = 200$ м; $S = 400$ м та ін.).

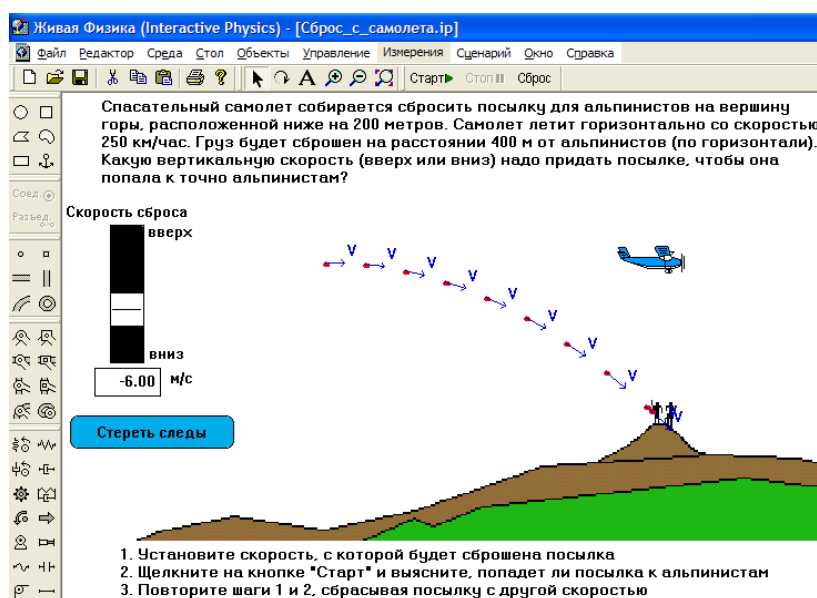


Рис. 2.6. Комп'ютерна модель руху тіла, кинутого горизонтально

Використовуючи фізичний конструктор «Жива фізика», можна самостійно моделювати різноманітні природні явища, змінюючи початкові параметри їх протікання, що дає змогу засвоювати основні фізичні закони, інтерактивно моделювати рух у гравітаційному, електростатичному, магнітному та інших полях, впроваджувати абстрактні ідеї й теоретичні конструкти – наприклад, досліджувати напруженість електростатичного або магнітного полів. Комплект програми містить бібліотеку комп'ютерних експериментів (віртуальна фізична лабораторія) із різних тем («Закон збереження енергії», «Закон збереження імпульсу» тощо).

Розглянемо модель руху тіла похилою площиною під дією постійної сили (рис. 2.7).

Застосувавши комп'ютерну модель руху тіла похилою площиною під дією постійної сили, можна визначити роботу, яку вона виконує, зміну потенціальної енергії тіла, встановити функціональну залежність між роботою, силою та переміщенням, знаючи масу тіла, кут нахилу площини, коефіцієнт тертя, переміщення й швидкість підйомника, визначити роботу сили й потенціальну енергію тіла в будь-який момент часу тощо.

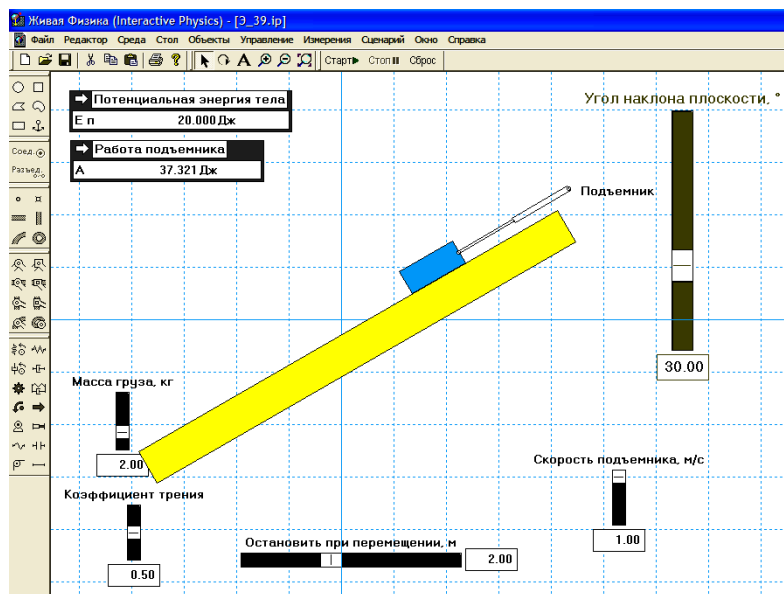


Рис. 2.7. Комп'ютерна модель руху тіла похилою площиною під дією постійної сили

Наведемо алгоритм розв'язування задач про роботу постійної сили: встановити роботу якої сили потрібно визначити, і записати вихідну формулу: $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$, де F – рівнодійна сила; накреслити схему, вказавши на ній сили, прикладені до тіла; визначити кут α між напрямками вектора сили, роботу якої потрібно обчислити, і переміщення (швидкості); якщо сила в умові задачі не задана, її потрібно відшукати з рівняння другого закону динаміки; знайти модуль переміщення з формул кінематики; підставити знайдені величини F і S у формулу роботи й здійснити обчислення.

Подаємо алгоритм розв'язування задач механіки, пов'язаних з розрахунком потужності, що розвивається постійною силою: розв'язування задач, пов'язаних з розрахунками потужності ґрунтується на застосуванні формул: $N = \frac{A}{t}$, $N = F \cdot v \cdot \cos \alpha$; спочатку слід встановити, яку потужність потрібно визначити – середню або миттєву; записати вихідну формулу, припускаючи під v у першому випадку середню швидкість на заданій ділянці шляху, у другому – миттєву наприкінці розглянутого переміщення; накреслити схему, вказавши сили, прикладені до тіла, і задані кінематичні характеристики руху; скласти основне рівняння динаміки матеріальної точки й знайти модуль сили тяги $\vec{F}_T$; якщо значення $v_{\text{сер}}$ або v не задані, то їх визначають з формул кінематики; підставивши у формулу потужності замість v і $\vec{F}_T$ їх вирази, здійснити обчислення.

Використовуючи рівняння закону збереження й перетворення енергії $\Delta E_{\text{п}} = mgh$, можна розв'язати майже всі елементарні задачі динаміки. Під час розв'язування значної кількості задач воно є основним і разом з рівняннями руху й закону збереження імпульсу складає повну систему рівнянь, що описують дане явище. Ефективно використовувати закон збереження енергії у

процесі розв'язування задач, в яких відомо різні механічні стани або положення тіла в просторі під час рівноприскореного руху чи нерівномірно змінного руху. У законі збереження енергії пов'язані характеристики початкового й кінцевого стану системи взаємодіючих тіл, тому його використання дає змогу спростити розв'язування багатьох задач, не розглядаючи діючі між тілами сили.

Загальний алгоритм розв'язування задач, що потребують складання рівняння закону збереження енергії, можна представити так: накреслити схематичний малюнок й записати формулу закону збереження й перетворення енергії $A = E_2 - E_1$; встановити перший і другий стани (положення) розглянутого тіла (системи тіл), якими зазвичай є початкове й кінцеве положення рухомого тіла; вибрати нульовий рівень відліку потенційної енергії. Якщо потенційна енергія тіла або системи тіл у процесі переходу з одного стану в інше не змінюється, то під час складання рівняння закону збереження енергії її можна не враховувати; вказати зовнішні сили, що діють на тіло в довільній точці траєкторії, і відобразити кінематичні величини v і h , що характеризують механічний стан тіла (системи) у першому й другому положеннях; використовуючи формули $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$, $E_k = \frac{mv^2}{2}$, $E_p = mgh$, скласти вирази обчислення роботи зовнішніх сил і повної механічної енергії тіла (системи) у положеннях I і II – представити роботу A як функцію модулів сили й переміщення $A = f(F, S)$, а енергії E_1 і E_2 як функції швидкостей і відстаней v і h . Підставити ці вирази у рівняння закону збереження енергії й знайти невідому величину. Якщо невідомих виявиться більше однієї, то до складеного потрібно додати основне рівняння динаміки матеріальної точки, закону збереження імпульсу або формули кінематики. Загальний розв'язок створеної системи рівнянь дає змогу відшукати шукану величину.

Сформулюємо задачу, яку можна розв'язати за допомогою представленої моделі.

Задача. Тіло масою $m=2$ кг піднімають похилою площиною вгору, нахил до горизонту якої складає $\alpha = 30^\circ$. Яка робота підіймача на шляху 2 м і як змінилася потенціальна енергія тіла, якщо відомо, що воно рухалося із швидкістю 1 м/с? Коефіцієнт тертя дорівнює $\mu=0,5$; $g=10$ м/с².

Розв'язок. За умовою задачі необхідно обчислити роботу постійної сили тяги F_t . Робота визначається за формулою $A = F_t \cdot S \cdot \cos \alpha$ (1). Сила тяги спрямована вздовж переміщення, тому кут α між F_t і переміщенням S дорівнює нулю, отже $\cos \alpha = 1$. (Цей кут відрізняється від кута нахилу β площини до горизонту).

Щоб визначити силу тяги, потрібно скласти основне рівняння динаміки матеріальної точки. Виберемо систему відліку – Землю й пов'язану з нею прямокутну систему координат. Вісь Ox направимо вздовж похилої площини вгору, Oy – перпендикулярно до неї. Проекції сил, що діють на тіло, дорівнюють відповідно F_t ; $-mg \sin \beta$; $-F_{тр}$; N ; $-mg \cos \beta$. Тоді рівняння другого

закону Ньютона в проекціях на осі координат відповідно мають вигляд: $F_T - mg \sin \beta - F_{\text{тр}} = ma$; $N - mg \cos \beta = 0$.

Враховуючи, що $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$, основне рівняння динаміки в проекціях на вісь Ox запишемо у такому вигляді $F_T - mg \sin \beta - \mu mg \cos \beta = ma$. Знайшовши силу тяги, й підставивши її значення в рівняння (1), одержимо: $A = m \cdot (a + g \sin \beta + \mu g \cos \beta) \cdot S$; $A \approx 900$ Дж.

Зафіксувавши переміщення тіла, можна знайти роботу підіймача й потенційну енергію тіла в будь який момент часу.

2. Crocodile Physics

Серед зарубіжних навчальних продуктів особливий інтерес викликає програма «Конструктор віртуальних експериментів. Фізика». У світі вона відома під назвою «Crocodile Physics» (<http://www.crocodileclips.com>).

Конструктор віртуальних експериментів – це програма-симулятор, застосування якої дає змогу моделювати різноманітні задачні ситуації і здійснювати віртуальні експерименти. Розв'язуючи задачі з розділів «Електрика», «Рух і сили», «Хвильові явища» та «Оптика», можна детально вивчати основні фізичні процеси. Інтерфейс програми уніфіковано із способами управління інтерактивною дошкою.

Нижче наведено різноманітні можливості програми «Crocodile Physics»: демонстрація природних явищ (біля 50 покрокових навчальних уроків і 150 прикладів-моделей); комп'ютерне моделювання фізичних процесів; можливість варіювання умови задачі; наявність потужного інструментарію, що дає змогу змінювати значення фізичних величин; автоматична побудова графіків; використання бібліотеки елементів відомих моделей з відповідними рекомендаціями; самостійне моделювання; збереження створених конструктів.

Застосування бібліотеки відомих віртуальних моделей, побудова анімованих графіків у режимі реального часу, індивідуальна й гнучка система постановки експериментів перетворює даний конструктор у потужну віртуальну фізичну лабораторію, комп'ютерне моделювання в середовищі якого дає змогу учням самостійно виявляти функціональні залежності між фізичними величинами, представляти їх у графічному вигляді з подальшим поясненням причин отриманих закономірностей. Візуалізація навчального матеріалу сприяє ефективному засвоєнню інформації, а можливість самостійної роботи – розвитку творчих й дослідницьких навичок.

Програмою передбачено можливість потематичного розв'язування задач. Досить докладно прописана покрокова діяльність користувача з інтерактивними посиланнями на кожному етапі. Операційні дії в середовищі кожного тематичного розділу здійснюються в повноекранному режимі за допомогою кнопок управління «Пауза» і «Перезавантаження». Елементи, що використовуються в кожному з них, зберігаються в папці «Елементи» і представлені у вигляді піктограм. Після виконання інструкції стрілка покадрового переходу змінює колір. Робота з елементами певного розділу передбачає можливість їх вибору, обертання, зміни розташування, розмірів,

маси та інших фізичних параметрів. Підвівши курсор до вибраного елемента, викликаємо випадаюче меню – «Панель інструментів».

У процесі розв’язування задач з теми «Електричне коло й електрична схема», учнів ознайомлюють з основними елементами електричних ланцюгів та їхніми зображеннями на схемах. Потім пропонують скласти принципові електричні схеми (рис. 2.8).

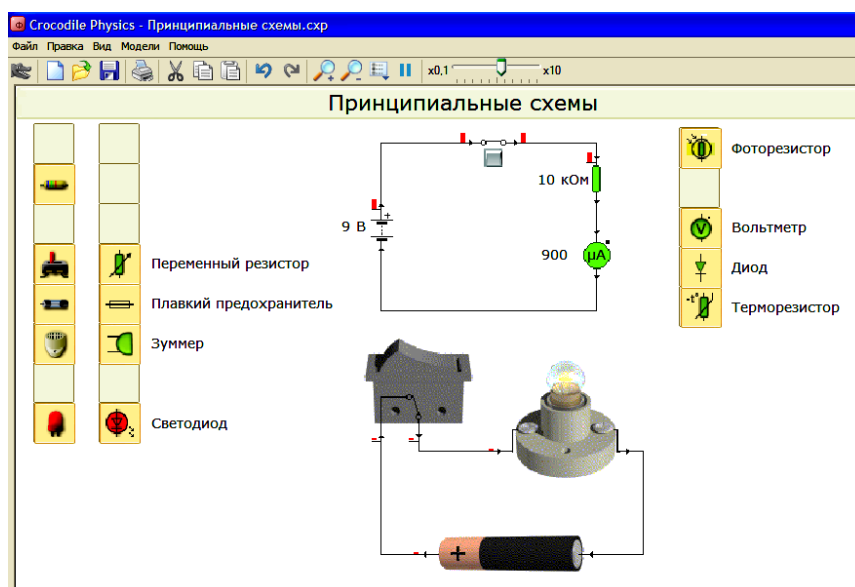


Рис. 2.8. Побудова принципової електричної схеми в «Crocodile Physics»

Побудова віртуального електричного кола не замінює складання реального, але сприяє відпрацюванню відповідних конструкторських умінь.

Програма «Crocodile Physics» є ефективним і зручним конструктором побудови електричних кіл, використовуючи який учні розв’язують різні типи фізичних задач із складання й обчислення ланцюгів постійного струму.

Можливість копіювання елементів електричного кола дає змогу конструювати й досліджувати складніші ланцюги, включення до них амперметрів і вольтметрів – вимірювати їхні параметри.

Під час розв’язування задач з розділу «Геометрична оптика» доцільно використовувати інструментарій відповідного модуля програми — «Оптика». Реалізація задачних ситуацій здійснюється в певному оптичному просторі, який відображено у вікні конструктора. Предмет та його зображення вибирається із переліку: бактерія, верблюд, міст, крокодил, галактика, гора, комета тощо. Застосувавши інструментарій програми, можна побудувати хід променів в плоскому, випуклому, увігнутому й параболічному дзеркалах, збираючих і розсіювальних лінзах, плоскопаралельній і напівкруглій пластинках. З непрозорих об’єктів вибирають регульовану щілину, кулю, прямокутний блок і трикутник. Вимірювальними приладами слугують лінійка й транспортир.

У середовищі конструктора віртуальних експериментів залежно від рівня підготовки учнів пропонують розв’язувати такі задачі.

Задача 1. Дослідити залежність величини кута заломлення від величини кута падіння світлових променів.

Задача 2. Дослідити залежність величини кута заломлення світлових променів від матеріалу пластини.

Задача 3. Обчислити показник заломлення середовища, на яке падають світлові промені тощо.

Універсальність програми полягає в тому, що її можна використовувати як у процесі пояснення нового матеріалу, так і під час розв'язування задач та проведення лабораторних робіт.

3. GeoGebra

Програма GeoGebra – це безкоштовна, інтерактивна геометрична система, у якій можна моделювати різноманітні конструкції з точок, векторів, відрізків, прямих, багатокутників і конічних перетинів, досліджувати функції і їх динамічні зміни, обчислювати похідні й інтеграли, дисперсію, коефіцієнт кореляції, здійснювати апроксимацію безлічі точок кривої заданого виду тощо. Рівняння, координати та функції можуть бути введені безпосередньо користувачем.

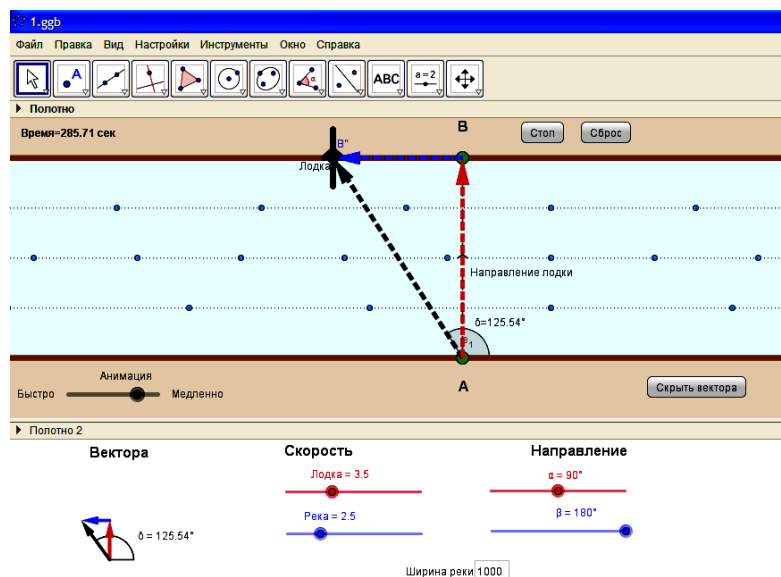


Рис. 2.9. Схема переправи човна через річку

Користувачський інтерфейс програми GeoGebra гнучкий і адаптований до роботи учнів загальноосвітньої школи. Використовуючи інструменти робочої панелі, можна створювати різноманітні геометричні побудови. Відповідні координати й рівняння відображаються в алгебраїчній інтерпретації.

Розглянемо модель, з допомогою якої демонструється відносність руху на прикладі човна, що перетинає річку. Змінюючи модуль і напрямок швидкостей човна та течії річки й точку старту, спостерігаємо за траєкторією переправи човна через річку (рис. 2.9).

Швидкість човна в системі відліку, пов'язаною із Землею, дорівнює векторній сумі швидкостей човна відносно води й течії річки. Подаємо перелік

задач, що розв'язуються з використанням цієї моделі.

Задача 1. Човен перетинає річку, причому власна швидкість човна направлена перпендикулярно течії. Яка швидкість човна відносно берега, якщо його швидкість у стоячій воді $v_c=2$ м/с, а швидкість течії річки $v_p=1,5$ м/с?

Задача 2. Човен перетинає річку, причому власна швидкість човна направлена перпендикулярно течії. Швидкість течії річки $v_p=3$ м/с, а човна в стоячій воді $v_c=4$ м/с. Визначите час t , за який човен перетне річку шириною 1000 м, а також відстань x , на яку його знесе течія.

Задача 3. Швидкість човна в стоячій воді $v_c=5$ м/с, а течії $v_p=2,5$ м/с. Під яким кутом до лінії, перпендикулярної берегу, слід направляти човен, щоб він перетнув річку найкоротшим шляхом?

Задача 4. За який час човен перетне річку шириною 120 м, рухаючись перпендикулярно берегу, якщо його швидкість в стоячій воді $v_c=5$ м/с, а швидкість течії — $v_p=3$ м/с?

4. SmathStudio

Значна кількість задач з кінематики, динаміки, геометричної оптики та інших розділів курсу фізики ефективно розв'язується в математичних програмних середовищах. З метою здійснення обчислень можна скористатися програмою SmathStudio — безкоштовним математичним пакетом з графічним інтерфейсом для побудови дво- і тривимірних графіків і створення різноманітних анімацій. Вона має простий і доступний інтерфейс, подібний до інтерфейсу MathCAD, зрозумілий редактор математичних формул, що підтримує роботу з матрицями, векторами, комплексними числами й дробами. За допомогою програми розв'язують системи рівнянь, знаходять похідні, інтеграли, логарифми та ін.

5. Java-аплети

На зарубіжних сайтах можна знайти багато окремих програм (Java-аплетів), у середовищі яких здійснюється розв'язування фізичних задач. Наприклад, за адресою <http://phet.colorado.edu> університету в Колорадо міститься значна колекція таких програм, перекладених на українську мову.

Аплети — окремі програми, написані, як правило, мовою Java і призначені для розв'язування конкретного типу задач. Наприклад, для моделювання явища фотоефекта, руху маятників, побудови електричних схем постійного та змінного струму тощо.

Використовуючи Java-програму «Фотоефект 1.10» (рис. 2.10), розв'яжемо такі задачі.

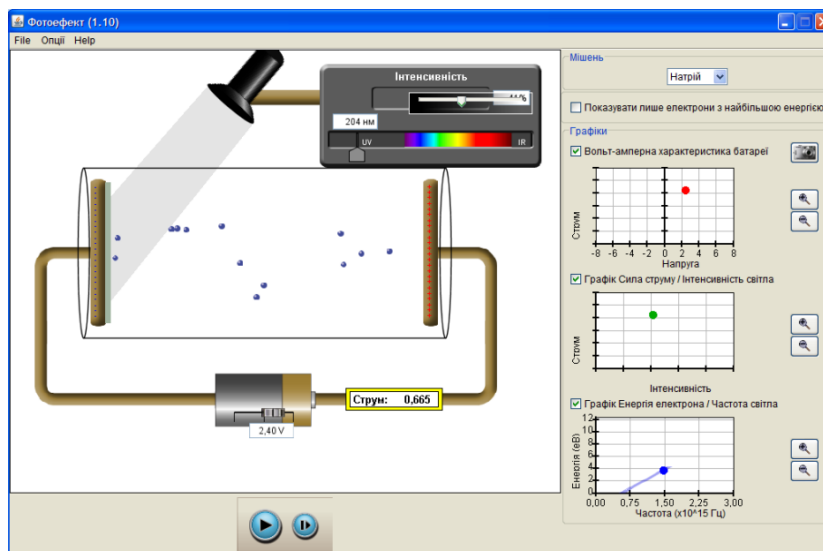


Рис. 2.10. Модель для розв'язування задач із теми «Фотоефект»

Задача 1. Зобразити графічно як зміниться вольтамперна характеристика при: а) збільшенні потужності світлового потоку; б) зменшенні довжини хвилі; с) зменшенні довжини хвилі й збільшенні потужності світлового потоку.

Задача 2. Катодна пластинка опромінюється світлом. Напруга в ланцюзі збільшується в 2 рази. У скільки разів збільшиться максимальна кінетична енергія фотоелектрона $h\nu$.

Задача 3. Використовуючи модель, визначите червону границю фотоефекта, роботу виходу матеріалу фотокатода й максимальну кінетичну енергію електронів, якщо довжина падаючого світла дорівнює 621 нм.

Задача 4. Використовуючи модель, визначте максимальну швидкість електронів, якщо довжина падаючого світла рівна 491 нм. *Вказівка:* учень, використовуючи модель, знаходить значення затримуючої напруги, потім із закону збереження енергії – максимальну швидкість електронів.

Задача 5. Під час освітлення матеріалу фотокатода світлом з довжиною хвилі $\lambda_1=514$ нм затримуюча напруга складає $U_1=0,4$ В, при $\lambda_2=589$ нм, $U_2=0,1$ В. а) Провести комп'ютерний експеримент і знайти затримуючі напруги, відповідно до довжин хвиль 514 нм і 589 нм; б) знайти постійну Планка; в) обчислити максимальну довжину хвилі й перевірити відповідь експериментально.

Задача 6. Використовуючи модель, знайдіть роботу виходу електронів з речовини. Визначте найбільшу швидкість електронів, що вириваються світлом довжиною хвилі 0,18 мкм, їх імпульс і найбільшу енергію.

Задача 7. Використовуючи модель, визначите: а) максимальну кінетичну енергію фотоелектронів; б) число електронів, що вириваються з поверхні катода за одну секунду; в) довжину хвилі світла, що поглинається.

Аплет із теми «Питомий опір провідника» можна використовувати як окрему модель для обчислення питомого опору провідника, його довжини l й площі поперечного перерізу S або як задачний модуль для розв'язування певного класу задач (рис. 2.11).

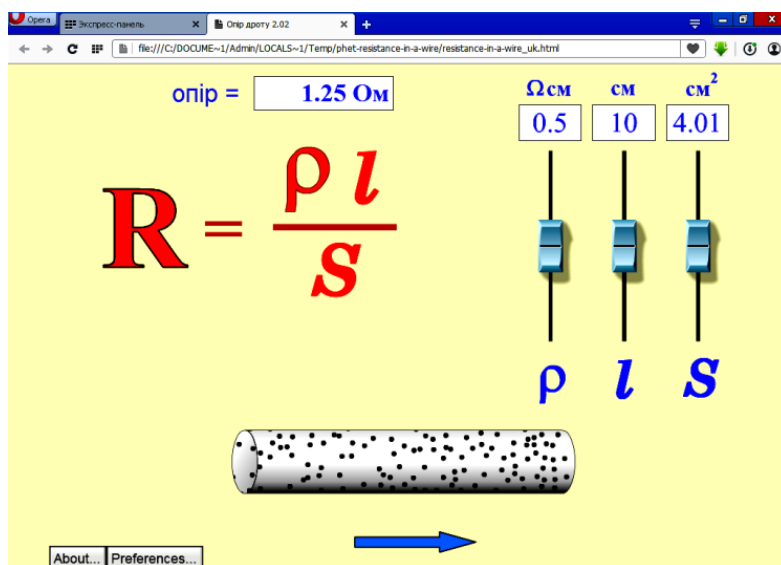


Рис. 2.11. Модель для розв'язування задач із теми «Питомий опір провідника»

Задача 1. Як визначити довжину мотка мідного дроту, покритого товстим шаром ізоляції, не розмотуючи його, якщо початок і кінець виведені назовні?

Відповідь: а) зачистити кінці дроту, визначити його діаметр мікрометром і за формулою $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ обчислити площу поперечного перерізу; б) скласти електричне коло і виміряти силу струму в дроті та напругу на його кінцях. Потім за формулою $R = \frac{U}{I}$ розрахувати опір мотка; в) знаючи опір R , питомий опір міді ρ і площу поперечного перерізу S , обчислюємо його довжину дроту $l = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{U \cdot S}{I \cdot \rho}$.

Задача 2. Ремонтуючи електронагрівальний пристрій, нагрівний елемент укоротили на 0,2 його довжини. Збільшилася чи зменшилася витрата електроенергії? У скільки разів?

Дано:

l_1 $= 0,8l$ $S_1 = S$ $\rho = \rho_1$ $U = U_1$ $\frac{Q_1}{Q} - ?$	$Q = I \cdot U \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t = \frac{U^2}{\frac{\rho l}{S}} \cdot t = \frac{U^2 S}{\rho l} \cdot t;$ $Q_1 = \frac{U^2 S}{\rho l_1} \cdot t = \frac{U^2 S}{\rho \cdot 0,8l} \cdot t; \quad \frac{Q_1}{Q} = \frac{U^2 S t}{\rho 0,8l} \cdot \frac{\rho l}{U^2 S t} = 1,25$
---	--

Відповідь. збільшилася в 1,25 рази.

Задача 3. За допомогою масштабної лінійки визначити матеріал, з якого виготовлено лабораторний реостат відомого опору.

Як відомо, $R = \rho \frac{l}{S}$, де l – довжина провідника, S – поперечний переріз, ρ – питомий опір матеріалу. $l = \pi D N$, де D – діаметр реостата, N – кількість

витків. $S = \frac{\pi d^2}{4}$, де d – діаметр провідника. $d = \frac{L}{N}$, де L – довжина реостата. Тоді $R = \rho \frac{4DN^3}{l^2}$.

Задача 4. Напруга на шинах електростанції дорівнює $U_0 = 10$ кВ, відстань до споживача $l = 500$ км. Станція має передати споживачеві потужність $P = 100$ кВт. Втрати напруги в проводах не повинні перевищувати $z = 4\%$. Обчисліть масу мідних проводів на ділянці електростанція – споживач. Густина й питомий опір міді дорівнює відповідно $\sigma = 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Якою має бути маса проводів, якщо напруга збільшилася в два рази?

Розв’язок. Масу проводу m_1 можна визначити, знаючи його матеріал, опір R і довжину l лінії. Дійсно, якщо густина матеріалу проводу σ , питомий опір ρ , то: $m_1 = \sigma 2lS$; $R = \rho \frac{2l}{S}$, так як довжина проводу дорівнює $2l$. Тоді одержимо $m_1 = \frac{4\sigma\rho l^2}{R}$ (1). Величини, що входять у рівність (1), крім R відомі, тому подальший розв’язок зводиться до знаходження опору проводів.

Позначимо R_c – опір споживача; $R_{\text{л}}$ – опір лінії електропередач; U_c – напруга на опорі споживача; $U_{\text{л}}$ – напруга на кінцях лінії електропередач. Оскільки резистори з’єднані послідовно, то $U_0 = U_c + U_{\text{л}}$ (2). Використовуючи закон Ома для частини кола й враховуючи втрати напруги, запишемо $U_{\text{л}} = IR = \frac{z}{100\%} U_0$ (3). Формула потужності має вигляд $P = IU_c$ (4). Знайшовши R з рівнянь (2) – (4) і підставивши його значення в (1), одержимо $m_1 = \frac{4\sigma\rho l^2 P}{(1 - \frac{z}{100\%}) U_0^2}$; $m_1 = 3,94 \cdot 10^6 \text{ кг}$.

На основі аналізу відповіді встановлено, що маса проводів обернено пропорційна квадрату напруги на шинах електростанції, тому із збільшенням напруги в 2 рази масу проводів лінії електропередач можна зменшити в 4 рази, отже $m_2 = \frac{m_1}{4} \approx 9,85 \cdot 10^5 \text{ кг}$.

Розв’язування компетентнісно орієнтованих задач з використанням комп’ютера дає змогу значно розширити зміст курсу фізики загальноосвітньої школи, суттєво підвищити результативність відповідної навчальної діяльності, надати їй творчого характеру, посилити практичну значущість навчання, стимулювати розвиток образно-естетичного й абстрактно-логічного мислення шляхом використання комп’ютерної графіки з метою візуалізації природних об’єктів, зміцнити міжпредметні зв’язки завдяки впровадженню математичних методів відображення та опрацювання інформації про об’єкти різних предметних галузей тощо. У процесі розв’язування фізичних задач в інтерактивних комп’ютерних середовищах в учнів формуються фундаментальні знання про явища природи, закони і закономірності протікання фізичних процесів, практичні навички, уміння користуватися вимірювальними приладами та здійснювати самостійні дослідження, вони оволодівають специфічним інструментарієм, що стає потужним засобом формування предметної компетентності.

2.4. Задачі історичного змісту як засіб формування емоційно-ціннісного складника предметної компетентності

Формування ціннісно-мотиваційної сфери школяра засобами розв'язування фізичних задач є невід'ємною складовою розвитку предметних компетентностей. Загальній меті компетентісно орієнтованого навчання підпорядкована система часткових цілей, спрямованих на проектування практичної діяльності старшокласників – формування світогляду особистості та відповідних поглядів, ідеалів, переконань на основі засвоєння фізичних знань, емоційно-ціннісного ставлення до явищ навколишнього світу, набуття певного компетентісного досвіду діяльності з розв'язування задач. Оскільки ціннісні орієнтації є загальними регуляторами людської поведінки, то в процесі формування предметної компетентності слід виявляти й задовольняти освітні потреби учня.

Навчально-пізнавальні задачі як методичний прийом актуалізації фізичних знань і засвоєння теоретичного матеріалу почали використовуватися в середніх навчальних закладах України з першої половини XVIII ст. За цей період змінювались, еволюціонували дидактичні функції й концепції змісту навчання розв'язуванню і складанню фізичних задач, удосконалювалась їх педагогічна якість відповідно до розвитку основних дидактичних принципів, наповнювалась типологія, номенклатура і класифікація. Поступово на основі численних науково-методичних досліджень і передового педагогічного досвіду розробляється технологія розв'язування і складання компетентісно орієнтованих задач з фізики, яка нині набуває вигляду цілісної системи.

У більшості сучасних збірниках фізичні задачі не мають конкретного змісту. Оперуючи абстрактними поняттями («тіло», «матеріальна точка», «сила», «маса» тощо), учні не пов'язують фізичні закони з реальністю, у їхній свідомості вони представляють собою лише певні віртуальні конструкції. У процесі формування важливих обчислювальних навичок недостатньо ефективно розвивається фізично-сміслові мислення учнів.

На відміну від традиційних, що не мають, як правило, реального, суб'єктного змісту, історичні компетентісно орієнтовані задачі – це не щось віртуальне, невизначене й мало потрібне, а конкретне, реальне й практично необхідне. Відомості з історії фізики у їх змісті відображаються доступно, компактно й нерозривно із предметними знаннями. Подібні задачі використовуються на різних етапах навчання: під час актуалізації знань, постановки мети й завдань уроку, пояснення нового навчального матеріалу, закріплення, повторення, узагальнення й систематизації історико-наукових знань з фізики, а також організації домашньої й самостійної роботи.

У процесі розв'язування компетентісно орієнтованих задач історичного змісту увага учнів спрямовується на вивчення природних явищ і процесів, здійснюється формування власних цінностей і переконань, предметної і ключових компетентностей, набуття практичних навичок, виховується громадянська свідомість і соціальна поведінка, розвивається творче мислення. Занурення в історичне минуле наближає його до реальності у свідомості учнів, зобов'язує

уважніше ставитися до процесів навколишнього світу. Вивчення історичних наукових фактів свідчить про тернистий і тривалий шлях до істини. Інтерес до фізики викликає сама наука на основі набутого досвіду, захоплюючої історії, непередбачуваного майбутнього.

Розв'язування фізичних задач історичного змісту дає можливість глибше зрозуміти генезис і сучасний стан основних фізичних ідей, теорій і понять. Лише в процесі історичного підходу можливо сформулювати певне уявлення про поняття маси, енергії, сили, простору, часу, теплоємності тощо, з'ясувати походження назв одиниць вимірювання фізичних величин (ньютон, фарада, генрі, тесла, ом та ін.).

Розгляд фізичних теорій під час розв'язування подібних задач (електромагнітна теорія світла, вчення про критичний стан речовини, атомістична теорія, термодинаміка) дає змогу глибше усвідомити складність процесу пізнання світу, відчутти напруженість наукових пошуків і сприяти міцному засвоєнню фізики в динаміці її розвитку.

Розв'язуючи фізичні задачі історичного змісту, учні ознайомлюються з великими науковими відкриттями, біографією видатних учених, основними методами досліджень, усвідомлюють сутність різноманітних природних явищ, процесів та законів, виявляють логіку міркувань дослідників під час здійснення експериментів, встановлюють зв'язок науки з виробництвом та технікою.

Прикладом застосування елементів історії фізики й техніки є розв'язування задач, складених на основі використання даних історично відомих дослідів і досліджень учених. Розв'язуючи подібні задачі, учні нібито стають співучасниками експерименту вченого, свідками його роздумів, що сприяє розвитку їх допитливості, глибокому й осмисленому сприйняттю курсу фізики.

Існують різні критерії класифікації подібних задач: за змістом (іменні, літописні, історико-краєзнавчого характеру); часом й місцем виникнення (авілонські, єгипетські, грецькі, китайські, західноєвропейські, стародавні й сучасні тощо); формою подання умови (прозаїчні, віршовані); типом [2.22].

З метою дидактично обґрунтованого використання запропонуємо таку умовну класифікацію фізичних задач історичного характеру: філософські; в яких розкривається сутність фізичних понять, розповідається про історію дослідження різних природних явищ та процесів; присвячені відкриттю нових фізичних законів і створенню наукових теорій; технічного змісту; авторські, сформульовані відомими вченими; задачі-фантазії, легенди й -жарти тощо.

Наведемо приклади різних видів компетентісно орієнтованих задач історичного змісту [2.3, 2.28, 2.31, 2.43, 2.57].

I. Задачі й запитання філософського, світоглядного характеру

1.1. Що таке матерія? Цим питанням переймалися видатні представники людства із глибокої давнини. Ще давньогрецькі вчені узвичаїли поняття про першооснову всього суцього. Фалес Мілетський (близько 625 – 547 рр. до н.е.) уважав такою першоосновною воду, його співвітчизник і сучасник Анаксімен (VI ст. до н.е.) – повітря, Геракліт Ефеський (кінець VI – початок V ст. до н.е.) – вогонь. Згідно з ученням Аристотеля (384– 322 рр. до н.е.), в основі природи лежать чотири елементи: вогонь, земля, повітря, вода – безперервна матерія. Інакше відповідали на запитання про будову матерії Левкіп (V ст. до н.е.), Демокріт (V–IV ст. до н.е.). Вони вважали, що матерія складається із дрібних неподільних частинок-атомів. Погляди Аристотеля панували в Європі, домінуючи над іншими, до XVI ст., і лише через 20 століть відродилася ідея атомізму. Як відповідаємо на запитання «Що таке матерія?» ми, люди початку XXI століття?

Відповідь. Матерія (від лат. *materia* – деревина як будівельний матеріал) – це філософська категорія для позначення об'єктивної реальності, що надана людині у її відчуттях, яку вона може і намагається пізнати, але при цьому матерія існує незалежно від самої людини. Матерія – об'єктивна реальність, уміст простору, одна з основних категорій науки, об'єкт вивчення фізики.

Вивченням питання про будову речовини у глибокій давнині займалися Фалес Мілетський (близько 625 – 547 рр. до н.е.), Анаксімен (VI ст. до н.е.), Геракліт Ефеський (кінець VI – початок V ст. до н.е.), Аристотель (384– 322 рр. до н.е.), Левкіп (V ст. до н.е.), Демокріт (V–IV ст. до н.е.) та ін.

1.2. «...Серед непізнаного в навколишньому світі найневідомішим є час, тому що ніхто не знає, що таке час і як ним управляти» (Аристотель).

Отже, що ж таке час? Що вкладаєте в поняття «часу» ви? Що розуміє під часом сучасна фізика?

Відповідь. Час – одне з основних понять фізики і філософії, координата простору-часу, вздовж якої пролягають світові лінії матеріальних тіл.

Як фізична величина час здебільшого позначається літерою *t*, проміжок часу – τ . Одиницею його вимірювання в СІ є секунда.

Як філософська категорія час, вочевидь, є невід'ємним атрибутом Всесвіту, він почався із його народженням й зникне, коли світ добіжить кінця.

1.3. У класичній фізиці загальноприйнятим є уявлення про простір і час, надане Ньютоном в «Математичних началах натуральної філософії». Він писав: «Абсолютний простір за своєю сутністю, безвідносно до будь-чого зовнішнього, залишається завжди однаковим і нерухомим...». «Абсолютний, справжній математичний час сам по собі й за своєю сутністю без усякого відношення до будь-чого зовнішнього протікає рівномірно й називається тривалістю...». Згідно з концепцією Ньютона, простір – це порожнє «вмістилище» тіл, абсолютно нерухоме, однорідне й ізотропне, а

час – «вмістилище» подій, що рівномірно протікають від минулого до майбутнього. Чи правий великий учений?

Відповідь. Не правий. У сучасній фізиці простір є математичною моделлю відношення між елементами структур, утворених матеріальними об'єктами. Вибір математичної моделі визначається структурою досліджуваної системи та процесами, що відбуваються в ній.

1.4. Апорії Зенона Елейського – давньогрецького філософа (V ст. до н.е.).

Перша апорія називається «дихотомія» (грецькою – ділення на два). «Рух ніколи не може початися, тому що, перш ніж пройти певний шлях, ми повинні подолати спочатку його половину, а щоб пройти половину, потрібно подолати чверть і так далі нескінченно. Отже, щоб пройти певний шлях за кінцевий час, потрібно здійснити нескінченне число дій». За логікою Зенона, продовжуючи ділити навпіл зменшувані відрізки, ми ніколи не закінчимо цей поділ і, отже, ніколи не розпочнемо рух. А як думаєте ви?

Відповідь. Помилка в тому, що не можна застосовувати до реальних об'єктів вигадані (нескінченні) дії. Нескінченність у будь-якій формі – уявне поняття. Якщо ділити відстань на нескінченно малі відрізки, то отримаємо їх нескінченну кількість, довжиною, що прямує до нуля. А їх сума дорівнюватиме певній кінцевій величині. Один абсурд компенсується іншим, що призводить до вірогідного результату. У природі не існує ні нескінченностей, ні нулів – ніде й ні в чому. Тому подібні міркування приречено залишатися чистою фантазією.

1.4. Апорія Зенона Елейського – давньогрецького філософа (V ст. до н.е.) «Ахіллес і черепаха» (рис. 2.12).

Ось як викладає її вчений VI ст. н.е. Сімплікій: «...мова йде про Ахіллеса, який, як свідчить таке твердження, не зможе наздогнати черепаху, яку він переслідує. Наздоганяючий повинен, насамперед, досягти точки, з якої переслідуваний розпочав власний рух. Але за цей час останній пройде ще певну відстань. Навіть якщо вона менше відстані, пройденої переслідувачем, оскільки переслідуваний рухається повільніше, він все ж переміститься вперед, не залишаючись на місці. Отже, протягом кожного проміжку часу, за який переслідувач долає відстань, пройдену переслідуваним, ...той пройде ще далі вперед, і хоча вона поступово зменшується внаслідок того, що переслідувач має більшу швидкість, все ж існує просуванням на певну додатну величину...».



Апорія Зенона : Ахілес та черепаха.
Парадокс дискретності простору та часу

Рис. 2.12. Апорія Зенона

Є ще одне трактування цієї апорії: припустимо, що черепаха нерухома, а Ахіллес біжить із швидкістю 5 м/с. Наведемо міркування Зенона. За першу половину секунди Ахілл пробігає 2,5 м, за наступну чверть – $5/4$ м, за восьму частину – $5/8$ м тощо. Ділячи часовий інтервал навпіл на кожному кроці, знаходимо, що Ахілл проходить щораз лише половину відстані, що залишилася до черепахи. Звідси Зенон покладає: Ахілл ніколи її не наздожене. Навколо цієї апорії протягом багатьох століть ведуться суперечки. Вам надається можливість спростувати міркування Зенона.

Відповідь. Час, який вимірюється годинником, підмінюється «дискретним» часом, вимірюваним наближенням Ахіллеса й черепахи на певні відрізки. З нескінченної кількості «дискретних секунд» ще не випливає, що пройшло нескінченно багато часу за «реальним» годинником.

1.5. «Вага повітря».

Знаменитий давньогрецький учений Аристотель, що жив в IV ст. до н.е., експериментально підтверджуючи невагомість повітря, зважував порожній і наповнений повітрям один і той же шкіряний мішок. Виявивши їх однакову вагу, він зробив висновок, що повітря невагоме. Чому висновок Аристотеля невірний. У чому його помилка?

Відповідь. Вага мішка з повітрям збільшувався на стільки, на скільки збільшувалася сила, що діє з боку повітря на роздутий мішок. Для доведення «вагомості» повітря досить було б відкачати його з якоїсь посудини або заповнити ним певний об'єм.

1.6. На початку XVII ст. у Флоренції було побудовано водяний поршневий насос з метою подачі води на велику висоту. Однак вода в ньому піднялася за поршнем лише на 32 фути (приблизно 10 м). Будівельники здивувалися. Адже в той час уважалося, що вода боїться порожнечі. Учений Еванджеліста Торрічеллі пояснив цей факт. Які доводи він навів?

Відповідь. Молодий Еванджеліста Торрічеллі, учень Галілео Галілея, не переймався догмою усталених поглядів, і переглянув їх, увіковічивши власне ім'я. Він довів, що причиною цього є атмосферний тиск повітря, який врівноважує стовп води висотою близько 18 ліктів.

1.7. Ернест Резерфорд писав: «...До мене подзвонив украй збуджений Гейгер і заявив: «Нам удалося спостерігати кілька альфа-частинок, розсіяних у зворотному напрямку... Це було самою неймовірною подією мого життя, ніби 15-дюймовий снаряд, спрямований в аркуш тютюнового паперу, відскочив би від нього й поцілив у стрільця». Що уявляв Резерфорд під «аркушем тютюнового паперу»? Яке було зроблено відкриття?

Відповідь. Разом з асистентами Хансом Гейгером і Ернстом Марсденом Резерфорд вивчав розсіювання альфа-частинок різними речовинами. Проникаючи через тонку золоту фольгу, частинки розсіювалися на незначні кути. Але приблизно в одному з 8000 випадків вони відхилялися на аномально великий кут, немов зустрічалися з масивною перешкодою. Тому під тютюновим папером уявлялася фольга. Ця дивна обставина виявилася для Резерфорда відправним пунктом у побудові ядерної моделі атома.

II. Задачі й запитання, що розкривають сутність фізичних понять

2.1. Прекрасним пам'ятником античної науки постала поема Лукреція Кара «Про природу речей», написана приблизно в 50 р. до н.е. Цікаві думки Лукреція, в яких передбачалися прийдешні відкриття:

«Здається нам, що корабель, на якому пливемо ми, нерухомий,

Той же, який стоїть причалений, повз проходить.

Здається, буцімто за кормою втікають пагорби й долини,

Повз які йде наш корабель, вітрила розпустивши».

Про що повідав Лукрецій? Який фундаментальний принцип механіки описано цими рядками? Ким він був сформульований, і в чому полягає його сутність?

Відповідь. Принцип відносності Галілея – однаковий прояв механічних законів у всіх інерціальних системах відліку. Звідси випливає класичне правило додавання швидкостей.

2.2. У класичному уявному експерименті (рис. 2.13) Г. Галілей аналізував падіння гарматного ядра із щогли рухомого корабля, з погляду спостерігача, що перебуває на березі, і матроса – на палубі. До яких висновків щодо траєкторії його падіння мав би прийти вчений?

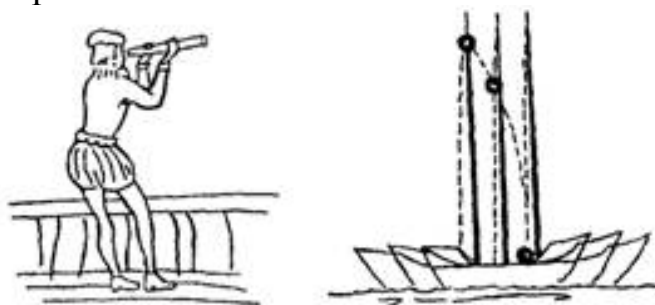


Рис. 2.13. Траєкторія польоту ядра в різних системах відліку

2.3. У трактаті «Бесіди й математичні доведення, що стосуються нових галузей науки» Г. Галілей наводить такі визначення видів руху тіл:

а) «...рухом я називаю таке, під час якого відстані, що проходить рухоме тіло, за будь-які рівні проміжки часу, рівні між собою»;

б) «...рухом називається таке, під час якого після виходу із стану спокою за рівні проміжки часу здійснюються рівні збільшення швидкості».

Який рух описував Галілей у першому випадку? У другому?

Відповідь. У першому випадку, він мав на увазі рівномірний рух, у другому – рівноприскорений. Під час рівномірного руху тіло за будь-які рівні проміжки часу проходить однакові відстані. Рівноприскореним називають такий рух, під час якого вектор прискорення залишається незмінним за модулем і напрямком.

2.4. У «Математичних началах натуральної філософії» І. Ньютон надав таке визначення маси: «Кількість матерії (маса) є міра такої, установлена пропорційно густині та її об'єму». Яке визначення маси надається в сучасній фізиці?

Відповідь. Маса – це фізична величина, що є однією з основних характеристик матерії й визначає її інерційні, енергетичні й гравітаційні властивості. Масу можна визначити як кількісну міру інертності тіла, а також міру гравітації будь-якого матеріального об'єкта.

2.5. У «Началах» Ньютон надає таке визначення сили: «Прикладена сила є дією, здійсненою над тілом, щоб змінити його стан спокою або рівномірного прямолінійного руху». Проаналізуйте це визначення. Як ми визначаємо силу?

Відповідь. Сила – це результат дії одного тіла на інше.

2.6. Чому в дослідах Фарадея «відхилення покажчика гальванометра під час вмикання батареї відбувалося в одну сторону, а вимикання – в іншу»?

Відповідь. Відхилення стрілки в різні сторони пояснюється зміною напрямку індукційного струму, який залежить від напрямку магнітного потоку.

Явище електромагнітної індукції підтверджує те, що закони фізики симетричні. Без його відкриття людство ніколи так глибоко не усвідомило б електричні явища загалом та не здійснило б їх практичне застосування. Після розв'язування таких задач корисно звернути увагу на те, що фізична теорія – це інструмент для пояснення й прогнозування нових, невідомих науці фактів.

2.7. У 1824 році паризький конструктор точних приладів Анрі Гамбей уперше виявив гальмування магнітної стрілки поблизу мідної пластинки. Поясніть це явище.

Відповідь. Під час руху магнітної стрілки в пластинці індукуються вихрові струми, взаємодія яких з магнітним полем за правилом Ленца гальмує рух магнітної стрілки. Подібне «магнітне заспокоєння» застосовується в багатьох електровимірювальних приладах.

2.8. «Дослід Торрічеллі».

Вінченцо Вівіані, учень Торрічеллі, в 1643 р. спостерігав явище підняття ртуті в скляній трубці. Аналізуючи результати цього досліду, Торрічеллі дійшов висновку, що реальною причиною підняття ртуті є тиск повітря, а не «острах порожнечі». Під час проведення подібного досліду у трубці утворилася бульбашка повітря. Чи буде змінюватися її об'єм із зміною атмосферного

тиску? Чи можливий дослід Торрічеллі, якщо барометричну трубку із ртуттю помістити відкритим кінцем у чашку з водою?

Відповідь. У першому випадку, якщо над ртуттю немає повітря, об'єм бульбашки змінюватися не буде. У другому – ні, ртуть вилетіть й трубка заповниться водою.

2.9. Здійснюючи в 50-і рр. XVII ст. дослідження з визначення діаметра Сонця, Джованні Баттіста Річчолі писав: «...При невеликому отворі й відстані, що не перевищує 10 футів, зображення Сонця виявляється оточеним помітною облямівкою «нечистого світла». Поясніть причину її появи. Про яке явище згадується?

Відповідь. Відбувається розкладання світла на кольори, у результаті чого з'являється так звана облямівка «нечистого світла».

III. Задачі, в яких розповідається про історію дослідження різних фізичних явищ та процесів

3.1. Маятник Фуко (1851 р.) під куполом Пантеону в Парижу мав довжину 76 м. Який його період коливань?

Дано: $l=76 \text{ м}$ $g=9,8$ м/с^2 Т=?	Розв'язок $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{76 \text{ м}}{9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = 6,28 \cdot 2,79 = 17,5 \text{ с}$
---	--

Відповідь. 17,5 с.

3.2. У XVIII ст. великий Моцарт захоплювався співачкою Лукрецією Аджурі, яка «брала» ноту «до» четвертої октави – 2018 коливань за секунду. Французенка Мадо Робен співала повним голосом «ре» четвертої октави – 2300 коливань за секунду. Які довжини хвиль відповідають зазначеним частотам?

Дано: $\nu_1 = 2018 \frac{1}{\text{с}}$ $\nu_2 = 2300 \frac{1}{\text{с}}$ $v = 332 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $\lambda_1 - ?; \lambda_2 - ?$	Розв'язок $\lambda_1 = \frac{v}{\nu_1} = \frac{332 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2018 \frac{1}{\text{с}}} = 0,16 \text{ м}$ $\lambda_2 = \frac{v}{\nu_2} = \frac{332 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2300 \frac{1}{\text{с}}} = 0,14 \text{ м}$
--	--

Відповідь. $\lambda_1 = 0,16 \text{ м}; \lambda_2 = 0,14 \text{ м}$

3.3. «Дослід з кулею».

Отто фон Геріке (1602–1686 рр.) вирішив переконатися в можливості утворення порожнечі. З цією метою (за даними німецьких істориків це відбулося до 1654 р.) він наповнив винну бочку водою й спробував відкачати з неї рідину. На початку цього процесу, обода бочки тріснули. Те ж саме повторилося й у досліді із міцнішою бочкою. Геріке повторив його і втретє, використовуючи мідну кулю. Чому, за словами вченого, відбулося

наступне: «...раптово для загального жаху куля із страшним гуркотом розлетівся на дрібні шматки, неначебто була скинута з найвищої вежі»?

Відповідь. Хоча страх, викликаний цією поломоккою приладу, був великий, Геріке зрозумів, що перебуває на правильному шляху створення машини, про яку Гаспар Шотт (1608–1666 рр.) першим повідомив у роботі «Mechanica hydraulico pneumatica» («Гидравліко-пневматична механіка») в 1657 р. й назвав «пневматичною» і, використовуючи яку, можна відкачувати повітря з посудини. Після значної кількості дослідів він винайшов повітряний насос. Тиск повітря усередині кулі менший, ніж зовні, тому її було зруйновано.

3.4. «Капілярні явища».

У дослідах М. Ломоносова (1711–1765 рр.) з вивчення капілярних явищ вода піднялася в трубці на 26 поділок (1 поділка = 2,57 мм). Знайдіть внутрішній діаметр трубки.

Дано:	Розв'язок
1 поділка = 2,57 мм	$F = 2\pi rs$, де r – радіус капіляра, F – сила поверхневого натягу;
$g = 9,8 \text{ м/с}^2$	$s = 7,3 \times 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$, тому що $2\pi rs = mg$; $m =$
$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$	$V\rho = \pi r^2 h\rho$ – маса піднятого стовпа рідини;
$d = ?$	$2\pi rs = \pi r^2 h g \rho$, звідси $2s = rh g \rho \Rightarrow r = \frac{2s}{hg\rho}$, з
	урахуванням того що $h = 2,57 \text{ мм} \times 26 = 66,82 \text{ мм} = 66,82 \cdot 10^{-3} \text{ м}$,
	$r = \frac{2 \cdot 7,3 \cdot 10^{-3}}{66,82 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 \cdot 10^3} = 0,000225 \text{ м}$. Оскільки
	$d = 2 \times r$,
	$d = 2 \times 0,000225 \text{ м} = 0,00045 \text{ м} = 0,45 \text{ мм}$

Відповідь. 0,45 мм.

3.5. Який з фотографічних апаратів – «Фотокор-1» (1931 р.) або апарат Поті (В. Поті – винахідник плівкового напівавтоматичного фотоапарата, 1896 р.) – надає більше зображення об'єкта під час зйомки з тієї ж відстані, якщо фокус об'єктива апарата «Фотокор-1» дорівнює 13,5 см, а Поті – 21 см?

Розв'язок: Збільшення, з яким об'єктив фотоапарата надає зображення, у загальному випадку можна знайти за формулою $\Gamma = \frac{F}{d-F}$. Із цієї формули знаходимо, що при $F = 13,5 \text{ см}$ чисельник цього виразу менший за знаменник, ніж при $F = 21 \text{ см}$. Отже більше зображення надає об'єктив із $F = 21 \text{ см}$.

Відповідь. Більше зображення надає фотоапарат із фокусом об'єктива 21 см.

3.6. Думки вчених з вивчення закономірностей вільного падіння були діаметрально протилежними:

а) «Падіння шматка золота чи свинцю, або будь-якого іншого тіла, наділеного вагою, відбувається тим швидше, чим більше його вага» (Аристотель).

б) «Візьми дві свинцеві кулі (як робив знаменитий Жан Гроті – видатний дослідник природи у своїх ранніх дослідках) і упусти їх одночасно з висоти 30 футів на дерев'яну дошку або будь-яке інше тверде тіло, що видає виразний звук. Ти відразу ж виявиш, що легша куля впаде на дошку не в 10 раз повільніше, а настільки одночасно з іншою, що звуки падіння обох куль зіллються. Те ж саме відбудеться й із тілами різних розмірів, ваги яких відносяться як 10:1. Тому пропорція, приписувана Аристотелеві, далека від істини» (Сімон Стевін).

в) Спостерігаючи, як важчі тіла, падаючи, наздоганяють легші, Лукрецій Кар у поемі «Про природу речей» (близько 50 р. до н.е.) пояснює це тим, що «...Повітря – тонка сутність, що не в змозі речам однакових здійснювати перешкод. Але покладає, що швидші тіла мають більшу вагу», і укладає звідси, що в порожнечі всі вони повинні падати однаково. Тому тіла, проносячись у порожнечі без перешкод, рівну швидкість мають, незважаючи на різну вагу». Хто з учених правий?

Відповідь. Вірна теорія Сімона Стівена. Предмети, що перебувають на однаковій відстані від поверхні Землі, мають однакове прискорення під час вільного падіння.

3.7. Одним із перших явище тертя досліджував Леонардо да Вінчі. Приблизно за 200 років до дослідів Амонтона й за три століття до публікації робіт Кулона він пише, що «...сила тертя залежить від матеріалу дотичних поверхонь, а також від рівня їх оброблення й не залежить від площі; вона прямо пропорційна вазі вантажу й може бути зменшена шляхом використання «роликів» або мастильних речовин». Але роботи Леонардо да Вінчі не були опубліковані. Про причини виникнення тертя вчений не знав. Як ми пояснюємо виникнення сили тертя?

Відповідь. Сила тертя з'являється під час руху дотичних поверхонь тіл або їх частин одна відносно одної. Вона виникає завдяки існуванню сил взаємодії між їхніми молекулами й атомами. Природа сили тертя – електромагнітна, а причиною її виникнення є сили взаємодії між частинками, з яких складається речовина. Ще однією причиною – є шорсткість поверхні. Виступаючі частини поверхонь зачіпають одна одну й перешкоджають руху тіла. Ось чому під час руху гладкими (відполірованими) поверхнями потрібно прикладати меншу силу, ніж шорсткими.

3.8. Давньогрецький учений Птолемей (II ст. н.е.) не погодився із вченням Арістарха (III ст. до н.е.), згідно з яким Земля обертається навколо Сонця й власної осі. Він стверджував, що якби Земля оберталася навколо власної осі й рухалася в просторі, то птахи, що піднімаються в повітря, відставали б від її руху, а предмети, що перебувають на земній поверхні, не змогли б утримуватися на ній. У чому помилка Птолемея?

Відповідь. Він не враховував силу всесвітнього тяжіння й принцип відносності, сформульований Галілеєм: «у каюті корабля, що рухається рівномірно й без хитання, ви не виявите за жодним із навколишніх явищ, ні

за будь-чим іншим, що відбувається з вами, чи рухається корабель чи знаходиться в стані спокою».

3.9. Стосовно питання про природу тяжіння Ньютон одному із респондентів писав: «Я вважаю безглуздістю припущення, неначебто тіло, що перебуває на певній відстані від іншого, може діяти на нього через порожній простір без усякого посередництва. Тому вага повинна викликатися якимось діючим постійно за певними законами «агентом». Що ви можете розповісти про нього?

Відповідь. Тіла, що перебувають на поверхні Землі, не лише притягаються до її центру, а й взаємно притягають одне одного. Так, наприклад, дві людини, що відстоять на 1 метр одна від одної, взаємно притягуються із силою, що складає близько однієї сорокової частки міліграма. Два лінкори водотоннажністю 25 000 тонн, розділені відстанню в 1 км, притягують один одного із силою в чотири грами.

IV. Задачі, присвячені відкриттю нових фізичних законів і створенню наукових теорій

4.1. Питання про причини руху і його зміни виникло у свідомості людини більше 25 століть тому. Учені відповідали на нього по-різному. Так, Аристотель уважав, що причиною руху є сила, тобто тіло рухається доти, поки на нього діє певна сила. Швидкість тіла, за Аристотелем, пропорційна прикладеній силі. Ця точка зору панувала у фізиці до часів Галілея, який вважав, що сила є не причиною руху, а причиною його зміни. Хто із учених правий?

Відповідь. Галілей просто і доступно обґрунтував зв'язок між силою й зміною швидкості (прискоренням), а не між силою й самою швидкістю, як уважав Аристотель і його послідовники. Це відкриття Галілея увійшло в науку як Закон інерції, який тепер відомо під назвою «перший закон Ньютона».

4.2. У листах Р. Декарта зустрічаються такі рядки: «Думаю, природа руху така, що, якщо тіло розпочало рухатися, цього досить, щоб воно його продовжувало з тією ж швидкістю й у тому ж напрямку, доки не буде зупинено або відхилене якою-небудь іншою причиною». Передбачення існування якого закону міститься в словах Декарта?

Відповідь. Закон інерції виявив І. Ньютон, який помістив його в число найважливіших трьох аксіом або законів руху: усяке тіло продовжує втримуватися у своєму стані спокою або рівномірного прямолінійного руху, доки й оскільки воно не примушується прикладеними силами змінити цей стан. Сучасне формулювання: Існують такі системи відліку, названі інерціальними, відносно яких тіла, якщо на них не діють ніякі сили (або вони взаємно врівноважені), перебувають у стані спокою або рівномірного прямолінійного руху.

4.3. Прочитайте витримки з роботи Леонардо да Вінчі «Атлантичний кодекс», які наведені нижче, і скажіть, про існування якого закону здогадувався Леонардо, судячи з його висловлювань. Сформулюйте його.

а) «Що стосується руху води, теж здійснює рух весла проти нерухомої води, що й рух води проти нерухомого весла».

б) «Така ж сила створюється предметом проти повітря, що й повітрям проти предмета».

в) «Те ж здійснює рух повітря проти нерухомого предмета, що й рух предмета проти нерухомого повітря».

Відповідь. Немає підстав сумніватися в тому, що Леонардо здогадувався про принцип рівності дії й протидії в деяких окремих випадках, не вдаючись до його узагальнення, наданого Ньютоном у третьому законі механіки. Сучасне трактування цього закону – тіла взаємодіють один з одним із силами, що мають однакову природу, спрямованими уздовж прямої, що їх з'єднує, рівними за модулем й протилежними за напрямком: $\vec{F}_{2 \rightarrow 1} = -\vec{F}_{1 \rightarrow 2}$.

4.4. Демокріт писав: «Ніщо не виникає з небуття й не перетворюється в нього», «...речі не можуть створюватися з нічого й, одного разу виникши, знову перетворюватися в ніщо», – стверджував Лукрецій Кар. Про який закон йде мова?

Відповідь. Про молекулярну структуру речовини.

4.5. У листі Леонарду Ейлеру 5 липня 1748 р. М. Ломоносов писав: «...усі зміни в природі такого суть стану, що скільки чого в одного тіла віднімається, стільки ж додається до іншого. Так, коли убуде трішки матерії, то збільшиться в іншому місці; скільки годин покладено на пильнування, стільки ж сну віднято. Цей загальний закон природи поширюється й на правила руху: тіло, що діє власним рухом на інше, стільки ж ним у себе втрачає, скільки повідомляє іншому, яке від нього рух одержує». Про який закон говориться?

Відповідь. Про закони збереження маси речовини й енергії.

V. Задачі, в яких розкривається сутність теоретичного методу дослідження й віртуального експерименту

5.1. Згідно із Аристотелем, якщо два тіла кинути з деякої висоти, то важче з них буде падати швидше. Помилковість точки зору Аристотеля довів Галілей за допомогою уявного експерименту, аналізуючи падіння двох тіл різної маси у таких випадках: а) тіла пов'язані одне з одним; б) тіла падають окремо одне від одного. Повторіть роздуми Галілея.

5.2. За легендою Галілей, перевіряючи гіпотезу про незалежність швидкості вільного



Рис. 2.14. Досліди Г. Галілея з визначення прискорення вільного падіння

падіння тіла від його маси, кидав з Пізанської

вежі (висота 60 м) гарматне ядро масою 80 кг і мушкетну кулю – 200 г. Обидва тіла досягали поверхні Землі практично одночасно (рис. 2.14).

Який висновок зробив учений? Чому в досліді спостерігалось певне відставання кулі від ядра?

Відповідь. Припустивши, що відбулося б під час вільного падіння тіл у вакуумі, Галілей сформулював наступні закони падіння тіл: 1. Усі тіла під час падіння рухаються однаково: розпочавши падати одночасно, вони рухаються з однаковою швидкістю. 2. Рух відбувається з постійним прискоренням. Відставання ядра відбувалося через те, що рух здійснювався у повітрі.

5.3. У 1798 році лордові Кавендішу вперше вдалося виміряти гравітаційну постійну за допомогою крутильних терез. Схему установки, якою він користувався, наведено на рис. 2.15 й 2.16. Дві невеликі кульки масами 730 г кожна (1) прикріплені до протилежних кінців легкого стрижня довжиною біля 2 м, який висить горизонтально на тонкому дроті (3). Вони розташовувалися на відстані 18,4 см від свинцевих кульок (2) масою 155 кг кожна. Учений установив, що маленькі кульки притягаються до великих із силою $2,2 \cdot 10^{-7}$ Н. Яке значення гравітаційної постійної отримано на основі дослідних даних? Порівняйте результати досліду Кавендіша із сучасним значенням гравітаційної константи G .

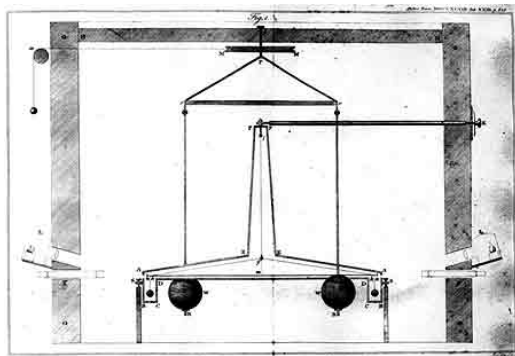


Рис. 2.15. Крутильні терези

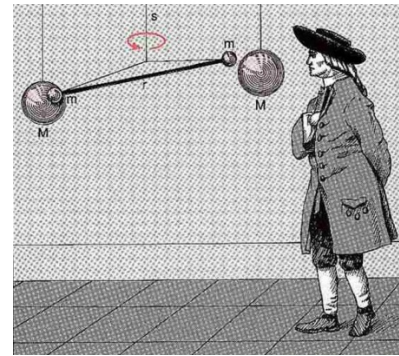
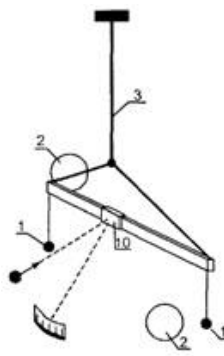


Рис. 2.16. Досліди Кавендіша

5.4. Підтвердження об'єктивності закону тяжіння у Всесвіті Ньютон одержав, розрахувавши доцентрове прискорення Місяця такими способами: а) за даними астрономічних спостережень, приймаючи траєкторію руху Місяця круговою; б) виходячи з того, що Місяць на орбіті втримує сила притягання Землі, обумовлена законом всесвітнього тяжіння. Повторіть розрахунки Ньютона.

5.5. У чому різниця між методами дослідження природи Аристотеля й Галілея?

Відповідь. Підхід Галілея до вивчення природи принципово відрізнявся від існуючого *натурфілософського* способу (Аристотеля), при якому для пояснення явищ природи придумувалися апріорні, не пов'язані з дослідженнями й спостереженнями, уявні схеми. Галілей спочатку вводив постулати, аксіоми, визначення, а потім на їх основі одержував необхідні наслідки. Він надав визначення сили, швидкості, прискорення, рівномірного руху, інерції, середньої швидкості й середнього прискорення. Швидкість він, зокрема, визначав як відношення пройденого шляху до витраченого часу, а силу зіставляв з таким математичним поняттям як вектор, тобто користувався майже сучасною науковою термінологією.

5.6. «Вогні святого Ельма».

Іноді на кінцях корабельних щогл і гострих кутах високо піднятих предметів виникає світіння, схоже на пензликові конуси світла (коронний розряд), яке із давніх часів викликало в мандрівників трепетний страх («вогні святого Ельма»). Особливо часто свідками цього явища стають альпіністи. Поясніть причину його виникнення.

Відповідь. Заряджена грозова хмара індукуює на поверхні Землі під собою електричні заряди протилежного знаку. Особливо великий заряд накопичується на вістрях. Тому перед грозою або під час неї нерідко на вістрях і гострих кутах високо піднятих предметів виникає світіння, схоже на пензликові конуси світла (коронний розряд).

VI. Задачі, в яких ознайомлюються з різними системами вимірювання величин

6.1. М. Ломоносов – автор мозаїчної картини «Полтавська баталія», що складається з кольорових скелець. Викликають подив її розміри; 12 аршин шириною й 11– висотою. Які розміри картини в метричних одиницях довжини?

Розв'язок: Аршин – 0,7112 м. Тоді а (ширина) = $12 \cdot 0,7112 \text{ м} = 8,5344 \text{ м}$; b (довжина) = $11 \cdot 0,7112 \text{ м} = 7,8232 \text{ м}$. Отже, знаходимо площу картини: $S = 8,5344 \cdot 7,8232 = 66,8 \text{ м}^2$.

Відповідь. $S = 66,8 \text{ м}^2$.

6.2. Визначите об'єм родючого ґрунту на ділянці землі, опис якого надається в поемі Я. Коласа «Нова земля»: «...Тієї землі одна волока, а чорний ґрунт – дванадцять цалей...». (1 волока = $21,36 \text{ га} = 21,36 \cdot 10^4 \text{ м}^2$; 1 цаль = 0,0272 м).

Розв'язок: 1 волока = $21,36 \text{ га} = 21,36 \cdot 10^4 \text{ м}^2$; 1 цаль = 0,0272 м. Отже, одержуємо $V = 12 \cdot 0,0272 \text{ м} \cdot 21,36 \cdot 10^4 \text{ м}^2 = 69719 \text{ м}^3$.

Відповідь. $V = 69719 \text{ м}^3$.

6.3. За біблійними сказаннями, Ноев ковчег будувався за такими Божими заповідями: «...і зроби його так: довжина ковчега становить 300 ліктів; ширина – 50 ліктів, а висота – 30 ліктів; ... улаштуй у ньому нижнє, друге й третє житло». Які розміри ковчега в метрах? Який його об'єм? Яка площа поверхні кожного з житлових поверхів?

Розв’язок: Розміри ковчегу змінюються залежно від того, якої довжини вважається лікоть. Мінімальний його розмір – 44,5 см, а максимальний («довгий лікоть») – 52 см. Але зазвичай його довжину приймають рівною 45,5 см. При найменшому розмірі ліктя ковчег був 133,5 м довжиною; 22,25 м. – шириною, 13,5 м – висотою, що відповідає об’єму 39655 м^3 , і водотоннажності 13960 тонн. Звичайні розміри: довжина – 136,5 м, висота – 13,65 м, ширина – 22,75 м, об’єм – $42388,369 \text{ м}^3$. А максимальні – довжина – 156 м., висота – 15,6 м., ширина – 26 м., об’єм – $63273,6 \text{ м}^3$. Це відповідає об’єму сотень товарних вагонів з перевезення худоби.

6.4. В індуській книзі «Лаліта вістара», написаної в III ст. до н.е., є така лінійка одиниць довжини, з яких кожна в сім разів менше попередньої: 1) суглоб пальця; 2) зерно ячменя; 3) зерно гірчиці; 4) зерно маку; 5) порошина-бик; 6) порошина-баран; 7) порошина-заєць; 8) більша порошина; 9) середня порошина; 10) мала порошина; 11) атом. Уважаючи суглоб пальця рівним 3 см, знайдіть величину атома за уявленнями індусів.

Розв’язок: Оскільки кожна наступна величина менше в 7 разів, суглоб пальця більше атома в $282475249=7^{10}$, отже, атом має розмір 847425747 см .

Відповідь. 847425747 см .

VII. Задачі технічного змісту

7.1. У трактаті «Історія греко-перських війн» давньогрецький історик Геродот, розповідаючи про подорож до Єгипту, писав: «Перед пливучим за течією кораблем опускають у воду вертикально й перпендикулярно течії дошку, яка відіграє роль двигуна й тягне корабель». Учені зрозуміли, як проста дошка може слугувати двигуном, лише недавно, коли з’ясували, що її застосовували лише під час сильного зустрічного вітру. Поясніть дію дошки, що використовувалася давньоєгипетськими кормчими.

Відповідь. Течія сильніше тиснула на дошку, ніж вітер – на вітрила, завдяки чому корабель рухався.

7.2. Перший пасажирський корабель «Клермонт» побудовано в 1807 році в США Р. Фультоном. Наведемо його основні характеристики: довжина – 50 м; ширина – 5,5 м; водотоннажність – 150 т; потужність – 13 кВт (18 к.с.); швидкість – 8 км/год. Які відповідні характеристики сучасних суден?

Відповідь. Найпотужнішими велетенськими судами нині є лайнери – сучасні великі пасажирські океанські судна, що мають довжину до 300 м, їхня водотоннажність досягає 80 тисяч тонн, швидкість ходу багатьох з них більше 30 вузлів (55 км/год). Такий корабель перевозить не менше 1 500 пасажирів.

7.3. Петро 1 в 1717 році наказав установити насос для подачі води у водонапірний бак фонтану в Літньому саду, розташованому на висоті 12 м. Знайдіть корисну потужність насоса, якщо за одну хвилину він подає 1 м^3 води.

Дано:	Розв’язок
$h=12 \text{ м}$	
$t=60 \text{ с}$	

$\rho=10^3$ м^3	Визначимо середню потужність насоса, який подає 1 м ³ води на висоту 12 м за 1 хвилину за формулою
$N - ?$	$N = \frac{mgh}{t}$. Попередньо обчислимо масу води, знаючи, що густина $V=1 \text{ м}^3$ дорівнює 1000 кг/м ³ ; $m = \rho V = 1000 \text{ кг}$. Тоді $N=2000 \text{ Вт}$

Відповідь. $N=2000 \text{ Вт}$.

7.4. У вересні 1838 року перший у світі електрохід, побудований під керівництвом Б. Якобі, вийшов у плавання Невою. Потужність його двигуна складала 180 Вт. Судно пройшло 7 км за 3 години. Яку роботу здійснив двигун? Яка його сила тяги?

Дано: $S=7 \text{ км}=7000 \text{ м}$ $t=3 \text{ год}=10800 \text{ с}$ $N=180 \text{ Вт}$	Розв'язок Роботу двигуна на шляху 7 км знаходимо за формулою: $A=Nt=1944000 \text{ Дж}$.
$A - ?; F - ?$	Тоді сила тяги дорівнює $F = \frac{N}{v} = \frac{A}{s} = 277714,3 \text{ Н}$

Відповідь. 1944000 Дж, 277714,3 Н.

7.5. Одного разу Архімед показав цареві Гіерону, як за допомогою малої сили можна рухати й піднімати великі вантажі. З цією метою він наказав розмістити на царській вантажній трієрі, з величезним зусиллям багатьох рук витягненої на берег, звичайний вантаж і, розташувавшись на певній

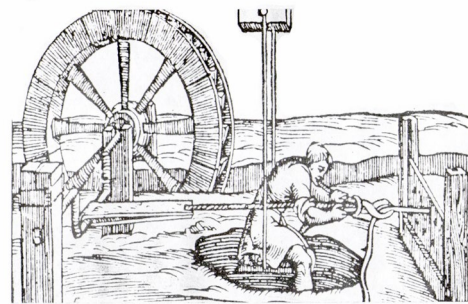


Рис. 2.17. Винаходи Архімеда

відстані, без видимих зусиль, спокійно рухаючи рукою кінець блоку, тягти до себе трієру так тихо й рівно, неначе вона пливе поверхнею моря. Як Архімед зумів досягти цього? (рис. 2.17).

Відповідь. За допомогою важеля можна одержати вииграш у силі, тобто меншою силою можна врівноважити більшу. В історії це твердження належить відкриттю закону важеля. Але про важіль було відомо з незапам'ятних часів, а закон його дії сформульовано в трактаті Аристотеля «Механічні проблеми».

VIII. Авторські задачі й висловлення, сформульовані відомими вченими-фізиками

8.1. Леонардо да Вінчі висловив наступне припущення: якщо сила F за час t перемістить тіло масою m на відстань S , то: а) та ж сила за цей же час перемістить тіло масою $m/2$ на відстань $2s$; б) та ж сила за час $t/2$ перемістить половинну масу на ту ж відстань S . Чи вірно це?

8.2. «Вода не виливається з посудини, яка обертається навіть тоді, коли її перевернути дном догори, тому що цьому заважає обертання», – писав 2000 років тому Аристотель. На рис. 2.18 зображено цей ефектний дослід: обертаючи швидко цеберко з водою, досягаємо того, що вода не виливається навіть у положенні, коли цеберко перевернуте дном догори. Як пояснити це явище? Обчисліть, з якою швидкістю треба обертати цеберко, щоб вода з нього не виливалася.

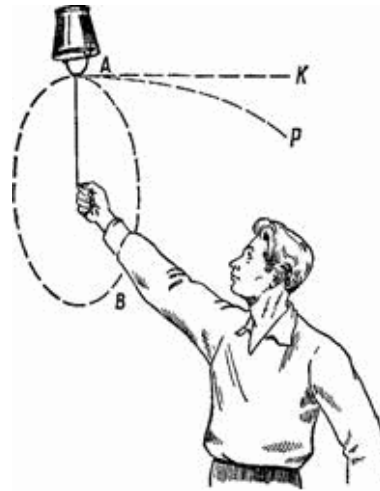


Рис. 2.18. Обертання цеберка з водою

8.3. У 1673 році вийшли мемуари, на титульному аркуші яких було написано: Християн Гюйгенс, син Костянтина із Зеймехема. Маятниковий годинник або геометричні доведення, що належать руху маятників, пристосованих до годинника.

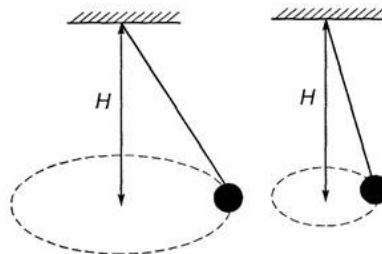


Рис. 2.19. Обертання тіл на нитках різної довжини

Розв'яжіть задачу, наведену в цій книзі: «Два тіла висять на нитках різної довжини й описують горизонтальні кола. Протилежні кінці ниток нерухомі. Доведіть, що час обертання обох тіл завжди однаковий, якщо конуси, описувані нитками, мають однакову висоту» (рис. 2.19).

8.4. Після смерті Гюйгенса в 1703 році було опубліковано трактат «Про відцентрову силу», а в ньому – задачу: «Довести, що підвішена на нитці до центру вертикального кола куля не може обертатися, якщо нитка не в змозі витримати силу натягу, що перевищує вагу кулі в 6 разів». Розв'яжіть задачу Гюйгенса.

IX. Задачі-фантазії й легенди

9.1. Біблійний міф розповідає про Вавилонську вежу, яку люди, загордившись, прагнули побудувати до самого неба, але не змогли, тому що Бог, розгнівавшись зухвалістю людей, «змішав їхні мови» так, що вони не

розуміли одне одного, і розселив їх по всій Землі. Як ви думаєте, якої максимальної висоти могла сягати вежа, якби люди її все-таки побудували?

Відповідь. Згідно Кольдевею, вона мала квадратну основу, кожна сторона якої дорівнювала 90 м. Висота вежі теж сягала 90 м, перший ярус мав висоту 33 м, другий – 18 м, третій і п'ятий – 12 м, сьомий – святилище бога Мардука – був висотою 15 м.

9.2. Знаменитий історик Вітрувій (І ст. до н.е.) розповідав, як Архімед «прийшов» до відкриття власного закону: «Під час царювання в Сіракузах Гієрон, після завершення своїх заходів, дав обітницю пожертвувати золотий вінок безсмертним богам. Він домовився про велику ціну за роботу й видав потрібну кількість золота. У призначений день майстер приніс витвір царю, який знайшов його відмінно виконаним. Після зважування вага вінка виявилася відповідною до виданої ваги золота, але під час випробування останнього виявилось, що майстер частину золота замінив сріблом. Цар був дуже розгніваний обманом, але, будучи не в змозі викрити шахрая, попросив Архімеда придумати для цього спосіб. Одного разу, коли цілком зайнятий цією справою Архімед сідав у ванну, він помітив, що в міру занурення його тіла у воду остання переливається через край. Це спостереження відразу народило потрібну ідею, і радість настільки переповнила його душу, що він вискочив з ванни й, бігаючи голим будинком, кричав, що знайшов те, чого шукав, говорячи «Еврика! Еврика!» Яке відкриття здійснив Архімед?

Відповідь. Архімед відкрив і сформулював закон, що виштовхувальна сила рівна за величиною вазі води, витісненої тілом. Наприклад, якщо м'яч витіснить один кілограм води, на нього діє виштовхувальна сила один кілограм. Якщо він витісне два кілограми, то сила буде рівна двом кілограмам).

9.3. Одного разу цар запитав в Архімеда, скільки потрібно взяти золота, щоб його маса дорівнювала масі слона. Як Архімед упорався із цим завданням?

Відповідь. Потрібно помістити слона в резервуар з водою і використавши закон Архімеда, обчислити вагу витісненої води.

9.4. У романі Жюль Верна «Подорож на Місяць» говориться, що людина втрачає власну вагу, коли досягає точки, у якій притягання до Землі стає рівним притягання до Місяця. А як же космонавти перебувають у стані невагомості, хоча орбіти космічних кораблів не досягають цієї точки?

Відповідь. Стан невагомості настає й тоді, коли на тіло діють лише сили тяжіння. На космічний корабель, що рухається орбітою, і тіла, що перебувають у ньому, діє лише сила тяжіння, тому вони перебувають у стані невагомості.

Х. Завдання з космічною тематикою

10.1. «Перевантаження космонавтів».

Ракета-носієв разом з космічним кораблем має стартову масу 300 т. Під час старту запускаються одночасно чотири двигуни першої ступені (бічні блоки), сила тяги кожного з яких становить 1 МН, і один двигун другої

ступені, сила тяги якої – 960 кН. Яке перевантаження отримують космонавти на старті?

Дано:
 $m=300 \text{ т} = 300000 \text{ кг}$
 $F_1=1 \text{ МН}=10^6 \text{ Н}$
 $F_2=960 \text{ кН}=9,6 \cdot 10^5 \text{ Н}$
 $k=?$

Розв'язок
 Збільшення ваги тіла, зумовлене його прискореним рухом, називають перевантаженням, тобто відношенням сили, з яким тіло діє на опору під час прискореного руху вгору або сповільненого вниз, до його ваги в інерціальних системах відліку (ІСВ).

$$k = \frac{m(g+a)}{mg} = \frac{g+a}{g} = \frac{a}{g} + 1.$$

Відповідь. $k=1,7$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти.– [Електронний ресурс].– [http://mon.gov.ua/content/Osvita/post-derzh-stan-\(1\).pdf](http://mon.gov.ua/content/Osvita/post-derzh-stan-(1).pdf)
2. Головка М.В. Дидактичні основи побудови державного стандарту загальної середньої освіти // Особистість в єдиному освітньому просторі. Збірник наукових тез. Т.1.– Запоріжжя : ТОВ «Фінвей», 2012.– С. 123 –128.
3. Засєкіна Т.М. Проблеми вдосконалення змісту шкільної фізичної освіти / Вісник Чернігівського національного педагогічного університету (Серія: Педагогічні науки). Вип. 89.– Чернігів: ЧНПУ, 2011.– С75 – 78.
4. Фізика: методичні рекомендації МОН України щодо організації навчального процесу в 2017/2018 навчальному році; оновленні на компетентнісній основі навчальні програми для 7–9-х класів ЗНЗ; методичні коментарі провідних науковців щодо впровадження ідей Нової української школи.–К. : УОВЦ «Оріон», 2017.–48 с.
5. Пінчук О.П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук / О.П. Пінчук ; Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. - К., 2011. - 20 с.
6. Чайковська І. А. "Структура, зміст і модель формування предметних компетентностей з фізики в учнів старшої школи." Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка 21 (2015): С 300-303.
7. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи.- [Електронний ресурс].- режим доступу: Концепція Нової Української школи // <http://mon.gov.ua/Новини%202016/12/05/konczersziya.pdf>. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения / А.В. Балаш // Пособие для учителя. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1983. – 432 с.
8. Балл, Г.А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект / Г.А. Балл. – М.: Педагогика, 1990. – 184 с.
9. Бернал Дж. Д. Наука в истории общества / Дж. Д. Бернал / Фундаментальное исследование. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1956. – 736 с.
10. Бугаёв А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теорет. основы / А.И. Бугаёв // Учебное пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.

11. Бугайов О.І., Головка М.В. Нове покоління підручників для профільного навчання фізики у середніх загальноосвітніх навчальних закладах. Яким йому бути? / О.І. Бугайов, М.В. Головка // Уманський держ. пед. ун-т ім. Павла Тичини: зб. наук. праць / [гол. ред. М.Т. Мартинюк]. – К.: Наук. світ, 2006. – С. 28–31.
12. Булах І.Є. Створюємо якісний тест / І.Є. Булах, М.Р. Мруга. – К.:Майстер-клас, 2006. – 160 с.
13. Бургун І.В. Розвиток навчально-пізнавальних компетенцій учнів основної школи в навчанні фізики: монографія / І.В. Бургун. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 528 с.
14. Величко С.П., Задорожна О.В. Особливості розв'язування задач професійного спрямування при навчанні фізики пілотів за допомогою програмних засобів навчання / С.П. Величко, О.В. Задорожна // Збірник наукових праць: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2012. – Вип. 18. – С. 108–111.
15. Выготский Л.С. Педагогическая психология / Л.С. Выготский // [под ред. В.В. Давыдова]. – М.: Педагогика, 1991. – 480 с.
16. Галатюк Ю.М., Рибалко А.В. Впровадження системи дослідницьких задач в курсі фізики середньої школи / Ю.М. Галатюк, А.В. Рибалко // Сучасні технології в науці та освіті: збірник наукових праць. В 3-ох томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2003. – Т. 2. – С. 49–55.
17. Генденштейн Л.Э. Физика. 11 класс. В 2 ч. Ч. 2. Задачник для общеобразовательных учреждений (базовый уровень) / Л.Э. Генденштейн, Л.А. Кирик, И.М. Гельфгат, И.Ю. Ненашев; под ред. Л.Э. Генденштейна. – 2-е изд., испр. – М.: Мнемозина, 2010. – 96 с.
18. Глобін О.І., Лапінський В.В. Моделювання як ефективний засіб реалізації міжпредметних зв'язків у профільному навчанні математики та інформатики / О.І. Глобін, В.В. Лапінський // Математика в школі. – 2010. – №7/8. – С. 17–20.
19. 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.
20. Державний стандарт базової і повної загальної освіти, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1392. [Електронний ресурс] // mon.gov.ua/ua/activity/education/56/692/state_standards/.

21. 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.
22. Засєкіна Т.М. Відповідність проекту підручника цілям і завданням освіти / Т.М. Засєкіна // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць / [ред. кол.; наук. ред. – О.М. Топузов]. – К.: Педагогічна думка, 2016. – Вип. 16. – С. 167–177.
23. Засєкіна Т.М. Підручник з фізики як засіб формування предметної компетентності учнів / Т.М. Засєкіна // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць / [ред. кол.; наук. ред. – О.М. Топузов]. – К.: Педагогічна думка, 2014. – Вип. 14. – С. 197–296.
24. Знаменский П.А. Сборник вопросов и задач по физике для VIII–X классов средней школы / П.А. Знаменский // Пособие для учащихся. – М.: Гос. учебно-педагог. изд-во Министерства Просвещения РСФСР, 1959. – 191 с.
25. Зубов В.Г. Задачи по физике / В.Г. Зубов, В.П. Шальнов // Пособие для самообразования: учебное руководство. – 11-е изд., перераб. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 256 с.
26. Калапуша Л. Р. Моделювання у вивченні фізики / Л. Р. Калапуша. – К.: Рад. школа, 1982. – 158 с.
27. Каменецкий С. Е., Орехов В. П. Методика решения задач по физике в средней школе / С. Е. Каменецкий, В. П. Орехов // Книга для учителя. – М.: Просвещение, 1987. – 336. с.
28. Касьянова Г.В. Система фізичних задач для розвитку творчих здібностей учнів / Г.В. Касьянова // Навч. посібник.–К.: ІЗМН, 1997. – 120 с.
29. Кикоин И.К. Рассказы о физике и физиках / И.К. Кикоин / Библиотечка Квант. Выпуск 53. – М.: Наука, 1986. – 160 с.
30. Колесник М.І., Соколюк О.М. Реалізація компетентнісного підходу у навчальному середовищі через засоби ІКТ / М.І. Колесник, О.М. Соколюк // Збірник праць Шостої міжнародної конференції «Нові інформаційні технології в освіті для всіх: навчальні середовища» [Під ред. Гриценко В.І.]. – К. – С. 405–411.
31. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения / И.Я. Лернер // Монография. – М.: Педагогика, 1981. – 186 с.
32. Ляшенко О.І. Вимоги до підручника та критерії його оцінювання. Підручник ХХІ століття / О.І. Ляшенко // Науково-педагогічний журнал. – № 1–4. – 2003. – С. 60–65.

33. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи / О. І. Ляшенко – К.: Генеза, 1996. – 128 с.
34. Максвелл Дж. К. Статті и речи / Дж. К. Максвелл / Речи и статьи. – М.: Наука, 1968 – 423 с.
35. 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.
36. Методика преподавания физики в 8–10 классах средней школы. Ч. 1 // Пособие для учителя [под ред. В.П. Орехова и А.В. Усовой]. – М.: Просвещение, 1980. – 320 с.
37. Мощанский В.Н., Савелова Е.В. История физики в средней школе / В. Н. Мощанский, Е. В. Савелова. – М.: Просвещение, 1981. – 205 с.
38. 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.
39. Непорожня Л. В. Особливості розвитку науково-методичного забезпечення навчання фізики для основної школи з позицій компетентнісного підходу / Л.В. Непорожня // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць. – К.: Педагогічна думка, 2013. – Вип. 13. – С. 168–176.
40. Ніколаєв О.М. Виділення критеріїв предметної компетентності майбутнього вчителя фізики / О.М. Ніколаєв // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки. – 2013. – Вип. 109. – С. 216–219.
41. Новікова І.М. Моделювання процесу діяльності вчителів фізики / І.М. Новікова // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2015. – Вип. 127. – С. 132–139.
42. Основы методики преподавания физики в средней школе // Пособие для учителя [под ред. А.В. Пёрышкина и др.]. – М.: Просвещение, 1984. – 398 с.
43. Павленко А.І. Компетентісний підхід у навчанні: до визначення предметних пріоритетів // Науково-дослідна робота в системі підготовки фахівців-педагогів у природничій та технологічній галузях:

Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Бердянськ: БДПУ, 2011. – С. 84–86.

44. 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.

45. Педагогика: Большая современная энциклопедия / [Сост. Е.С. Рапацевич]. – Мн.: Современное слово, 2005. – 720 с.

46. Педагогический энциклопедический словарь / [Гл. ред. Б.М. Бим-Бад]. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 2002. – 528 с.

47. Перельман Я.И. Занимательная физика / Я.И. Перельман // Кн. для учащихся. – М.: Наука, 1979. – 129 с.

48. Пінчук О.П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Ольга Павлівна Пінчук; НПУ імені М.П. Драгоманова. – Київ, 2011. – 20 с.

49. Позойский С. В. Шаги истории: от Демокрита до Эйнштейна / С. В. Позойский / Задачи по физике. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 1999. – 144 с.

50. Пономарев Я.А. Психология творчества / Я.А. Пономарёв // Учебное пособие. – М.: Наука, 1976. – 303 с.

51. Пономарев Я.А. Фазы творческого процесса / Я.А. Пономарёв // Исследование проблем психологии творчества. – М.: Педагогика, 1983. – С. 3–26.

52. Про зміст загальної середньої освіти: Науково-аналітична доповідь / За заг. ред. В.Г. Кременя. – К.: НАПН України, 2015. – 118 с.

53. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 10–11 класи. Профільний рівень [Електронний ресурс] // Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України (наказ МОН молоді та спорту України від 6 червня 2012 р. № 664) зі змінами та доповненнями (наказ МОН України від 29 червня 2015 р. № 585. – Режим доступу: [http://mon.gov.ua/content/Osvita/post-derzh-stan-\(1\).pdf](http://mon.gov.ua/content/Osvita/post-derzh-stan-(1).pdf).

54. Радионова, Н.Ф. Компетентный подход в педагогическом образовании / Н.Ф. Радионова, А.П. Тряпицына // Электрон. науч. журн. «Вестник Омского государственного педагогического университета», 2006.

55. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике / В.Г. Разумовский // Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1975. – 272 с.

56. Разумовский В.Г. Развитие технического творчества учащихся / В.Г. Разумовский // [под ред. А.В. Перышкина]. – М.: Госуд. Учебно-педагогическое издательство Мин. просвещения РСФСР, 1961. – 146 с.
57. Разумовский В.Г. Творческие задачи по физике в средней школе / В.Г. Разумовский // Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1966. – 154 с.
58. 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.
59. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования / И.В. Роберт // Монография. – М.: Школа-Пресс, 1994. – 205 с.
60. Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики // [С.У. Гончаренко, Є.В. Коршак, А.І. Павленко, та ін.]; за заг. ред. Є.В. Коршака. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004. – 185 с.
61. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования / С.Л. Рубинштейн // Из неопубл. рукописи. – М.: АПН РСФСР, 1958. – 147 с.
62. Савченко О.Я. Дидактика початкової школи / О.Я. Савченко // Підручник для студентів педагогічних факультетів. – К.: Генеза, 1999. – 368 с.
63. Столетов А.Г. Общедоступные лекции и речи / А.Г. Столетов / Биограф. очерк [сост. К. Тимирязев]. – М.: Типография Русского Товарищества печати и издательского дела, 1902 – 260 с.
64. Тестові технології оцінювання компетентностей учнів: посібник / за ред. Ляшенка О.І., Жука Ю.О. – К.: Педагогічна думка, 2015. – 181 с.
65. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А.В. Усова, А.А. Бобров // Пособие для учителя. – М.: Просвещение, 1988. – 122 с.
66. Ушинский К.Д. Детский мир. Первые уроки логики / К.Д. Ушинский // Хрестоматия. – Соч. Т. 4. – М.–Л.: Изд-во АПН РСФСР, 1948. – 678 с.
67. Фізика. Комплексне видання / М.О. Альошина, Г.С. Богданова, Ф.Я. Божинова, Л.А. Кирик, Ю.А. Соколович. – 4-те вид., перероб. і доп. – К.: Літера ЛТД, 2013. – 336 с. – (Зовнішнє незалежне оцінювання).
68. Фридман, Л.М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач / Л.М. Фридман. – Москва: Педагогика, 1977. – 208 с.
69. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов / М.Б. Чельшкова. – М.: Логос, 2002. – 432 с.

70. Эсаулов А.Ф. Проблемы решения задач в науке и технике / А.Ф. Эсаулов. – Л.: ЛГУ, 1979. – 200 с.

71. Якиманская И.С. Развивающее обучение / И.С. Якиманская // Учебное пособие. – М.: Педагогика, 1978. – 144 с.

72. Яковлева О.М., Садовий М.І. Формування наукового світогляду учнів професійно-технічного навчального закладу у процесі вивчення простору та часу / О.М. Яковлева, М.І. Садовий // Збірник наукових праць: : Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2012. – Вип. 18. – С. 49–52.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Мельник Юрій Степанович
Сіпій Володимир Володимирович

**Формування предметної компетентності старшокласників
у процесі навчання фізики**

Методичний посібник

Верстка – Мирончик Ю.П.
Обкладинка- Лук'ненко Л.П.

Підписано до друку 23.10.2018 р. Формат 70X100 1/16
Гарнітура Петербург. Друк. офсетний. Папір офсетний.
Ум.друк. арк. 10,4
Наклад 300 пр.

Віддруковано у ТОВ «КОНВІ ПРІНТ».
03680, м. Київ, вул. Антона Цедіка, 12
тел. +38 044 332-84-73.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6115, від 29.03.2018 р.