

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ

Мельник Юрій Степанович

ЗАДАЧІ ПРИКЛАДНОГО ЗМІСТУ З ФІЗИКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Навчально-методичний посібник

Київ
Педагогічна думка
2013

УДК 373.5.091.214.18:53
ББК 74.262.22
М48

*Міністерство освіти і науки України
№1/11-12430 від 01.08.2013 р.*

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(протокол №1/11-12430 від 1.08.2013 р.)*

Рецензенти:

М. М. Семко, доктор фізико-математичних наук, професор, за-
відувач кафедри вищої математики Національного університету
державної податкової служби України;

М. В. Головко, кандидат педагогічних наук, доцент, ст. науковий
співробітник лабораторії математичної та фізичної освіти Інститу-
ту педагогіки НАПН України;

Б. В. Місевич, директор Семенівської ЗОШ I–III ступенів Обухів-
ського району Київської області.

Мельник Ю. С.

М48

Задачі прикладного змісту з фізики у старшій школі / Ю.С. Мельник // Навчально-
методичний посібник. – К.: Педагогічна думка, 2013. – 120 с.

ISBN 978-966-644-340-6

У навчально-методичному посібнику розкрито актуальні проблеми прикладної спрямованості фізики. Обґрунтовано дидактичні вимоги до змісту фізичних задач прикладного характеру. Охарактеризовано загальні й часткові способи їх розв'язування.

Упровадження посібника сприятиме забезпеченню міцного оволодіння учнями системою фізичних знань, практичних умінь і навичок, усвідомленню того, як фізичні теорії, закони, закономірності застосовуються на практиці, впливають на розвиток техніки і народного господарства, підвищення ефективності виробничої діяльності кваліфікованого працівника.

Видання адресовано керівникам органів управління освітою, директорам загальноосвітніх навчальних закладів, учителям-практикам, студентам вищих педагогічних навчальних закладів.

**УДК 373.5.091.214.18:53
ББК 74.262.22**

© Інститут педагогіки
НАПН України, 2013
© Мельник Ю.С., 2013
© Педагогічна думка, 2013

ISBN 978-966-644-340-6

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ.....	8
1.1. ПРИКЛАДНІ ФІЗИЧНІ ЗАДАЧІ В НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОМУ ПРОЦЕСІ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ.....	8
1.2. КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИКЛАДНИХ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ.....	17
1.3. МЕТОДИ, СПОСОБИ І ПРИЙОМИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ.....	26
РОЗДІЛ II. ДИДАКТИЧНІ ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ.....	40
2.1. ДИДАКТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ.....	40
2.2. ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ТА ЯКІСНІ ЗАДАЧІ ВИРОБНИЧОГО ХАРАКТЕРУ.....	46
2.3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ.....	65
2.4. ДОСЛІДНИЦЬКІ Й ТВОРЧІ ЗАДАЧІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ЗМІСТУ.....	78
РОЗДІЛ III. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРУ.....	88
3.1. КУРС ЗА ВИБОРОМ «ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ З ФІЗИКИ» ЯК НАВЧАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ВИРОБНИЧОГО ХАРАКТЕРУ.....	88
3.2. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	97
3.3. ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЮ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ.....	105
ВИСНОВКИ.....	112
ДОДАТКИ.....	113

ВСТУП

Система освіти України перебуває у стані реформування. Динамізм, притаманний сучасній цивілізації, зростання соціальної ролі особистості, гуманізація та демократизація суспільства, інтелектуалізація праці, швидка зміна техніки і розвиток виробництва потребують створення нових технологій навчання.

Удосконалення навчальних технологій характеризується перетворенням учіння як елементарного запам'ятовування у процес інтелектуального розвитку школяра, статичної моделі наукових знань у динамічно структуровані системи розумових дій, переходом від орієнтації навчання на середнього учня до диференційованих й індивідуалізованих програм, від зовнішньої мотивації до внутрішньої морально-вольової регуляції.

Одним із напрямів реформування сучасної системи освіти є профілізація старшої ланки загальноосвітньої школи, орієнтована на індивідуалізацію навчання з урахуванням реальних потреб ринку праці. Гнучка система профілів, кооперація із закладами початкової, середньої та вищої професійної освіти, посилення ролі природничо-математичних предметів забезпечують соціалізацію учнів, їх адаптацію до виробничих відносин та професійну орієнтацію.

Мета профільного навчання – забезпечення можливостей для рівного доступу до здобуття загальноосвітньої профільної та початкової допрофесійної підготовки, безперервної освіти впродовж життя, виховання особистості, здатної до самореалізації, професійного зростання й мобільності в умовах реформування сучасного суспільства.

Профільне навчання в сучасній школі здійснюється у формі змістово-процесуального супроводу соціально-професійного розвитку й самовизначення учнів, є особливою сферою навчальної діяльності, спрямованої на підтримку особистісного зростання, професійного вибору й соціальної адаптації школярів. Педагогічний супровід соціально-професійного самовизначення учнів у процесі вивчення фізико-математичних предметів передбачає оволодіння освітніми компетенціями, формування універсальних якостей особистості, що забезпечують відповідні способи діяльності людини в різноманітних соціальних, економічних та життєвих умовах.

Особливе місце в навчально-виховному середовищі загальноосвітньої школи належить формуванню фізичних знань, умінь і навичок, потрібних для розуміння природних, технічних та побутових явищ і процесів. Оволодіння основами фізичних теорій, набуття вмінь практичного використання знань для розв'язання виробничих завдань потребує оновлення змісту, форм і методів фізичної освіти в загальноосвітніх навчальних закладах.

Відповідно до концепції фізичної освіти та Державного стандарту базової і повної середньої освіти в Україні посилено вимоги до розвитку наукового мислення учнів, прикладної спрямованості навчання, його професійної орієнтації.

Прикладна спрямованість фізики – це орієнтація змісту, методів і форм навчання на застосування законів фізики в техніці, суміжних науках, професійній діяльності, народному господарстві і побуті. Найефективніша реалізація прикладної спрямованості здійснюється у процесі розв'язування прикладних задач, що виникають поза

курсом фізики і розв'язуються фізико-математичними методами. Розв'язування задач різних рівнів складності, породжених, як правило, певними виробничими потребами передбачає наповнення змісту курсу прикладними обчислювальними, експериментальними, дослідницькими та якісними задачами, практичними і лабораторними роботами тощо.

Розв'язування різних видів фізичних задач прикладного змісту у старшій школі сприяє забезпеченню міцного і свідомого оволодіння учнями системою фізичних знань, практичних умінь і навичок, усвідомленню того, як фізичні теорії, закони, закономірності застосовуються на практиці, впливають на розвиток техніки і народного господарства, підвищують ефективність виробничої діяльності кваліфікованих працівників.

РОЗДІЛ І.

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ

1.1. ПРИКЛАДНІ ФІЗИЧНІ ЗАДАЧІ В НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОМУ ПРОЦЕСІ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ

Розв'язування задач є невід'ємною складовою навчально-виховного процесу, що сприяє формуванню фізичних понять, розвитку логічного мислення, навичок практичного застосування знань, допрофільній підготовці та професійній орієнтації учнів. Фізичною задачею називають певну проблему, яка розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій та експерименту на основі законів фізики.

У практиці навчально-виховної діяльності прикладні 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.

У процесі розв'язування прикладних задач виховується інтерес до навчання, розвиваються вміння аналізувати фізичні явища і процеси, розширюються та поглиблюються знання, здійснюється ознайомлення з новими досягненнями науки і техніки, формуються працелюбність, допитливість, самостійність, загартовується воля, характер тощо.

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

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 фізичної задачі як фізичного явища, в якому невідомі певні зв'язки й величини. Розв'язування фізичної задачі полягає у їх відновленні й відшукуванні невідомих величин. Якщо в умові задачі відображено певне фізичне явище (або сукупність явищ), то потрібно не лише мати уявлення про нього (конкретні знання), а й уміти аналізувати, застосовувати узагальнені знання. Аналіз розпочинається з вибору фізичної системи й завершується складанням кінцевої кількості рівнянь, що передбачає розчленування процесу розв'язування поставленої задачі на три етапи: фізичний (складання замкненої системи рівнянь), математичний (одержання розв'язку в загальному й числовому вигляді) й аналіз результату.

Розв'язування будь-якої задачі пов'язане з дослідженням стану відповідної фізичної системи, об'єкти і процеси якої характеризуються певними параметрами та величинами. Якщо фізична 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 другого закону Ньютона, що передбачає виконання такого алгоритму:

- 1) перевірка наявності умов дії закону;
- 2) вибір інерційної системи відліку;
- 3) визначення сил, що діють на тіло (R – геометрична сума всіх сил, що діють на тіло масою m);
- 4) побудова їхніх проекцій на осі координат;
- 5) знаходження алгебраїчної суми проекцій на кожну вісь;
- 6) запис системи рівнянь.

Природні об'єкти і явища настільки складні й взаємозалежні, що їхнє вивчення й кількісне дослідження призводять до нездоланих математичних ускладнень. Певна ідеалізація умови задачі є найважливішою рисою фізики як науки. Найчастіше використовуються такі способи ідеалізації: залучення до моделі розв'язку ідеальних фізичних об'єктів; нехтування несуттєвими взаємодіями та процесами.

Наведемо приклади деяких ідеалізованих об'єктів.

Матеріальна точка – фундаментальний і універсальний фізичний об'єкт, розмірами якого нехтують, порівняно з відстанями, що він долає.

Абсолютно тверде тіло – не зважають на можливу деформацію тіла.

Абсолютно пружне тіло – залишкова деформація в умовах конкретної задачі настільки мала, що її можна не враховувати. Важливо, що під час взаємодії абсолютно пружних тіл не здійснюється перетворення механічної енергії в інші види (тобто виконується закон збереження енергії).

Абсолютно непружне тіло – нехтують здатністю тіл відновлювати первісну форму після деформації.

Другий спосіб ідеалізації потребує моделювання ідеальних фізичних процесів, нехтування несуттєвими фізичними явищами і взаємодіями. Прикладами таких є ізохорний, ізобарний, ізотермічний, адіабатний процеси у термодинаміці.

Під час ідеалізації й спрощення умови задачі замість реального фізичного явища досліджують його схематичну модель, у якій відображено лише істотні зв'язки і взаємодії між ідеальними об'єктами. Класифікація моделей фізичних явищ збігається з їх видами. У змісті фізики, залежно від властивостей досліджуваної системи й умов, у яких протікають різноманітні явища, виокремлюють класичні і квантові узагальнені моделі.

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

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

Побудова інформаційно-задачної моделі ґрунтується на властивостях фізичної задачі відображати виробничі процеси, ситуації, що характерні для багатьох сфер діяльності; інтересах, уподобаннях і здібностях школяра, задоволенні його пізнавальних потреб про майбутню професійну діяльність; особливостях багатьох професій, що полягають у використанні фізичних законів і закономірностей, усвідомленні фізичних явищ і процесів.

В основу інформаційної моделі покладено уявлення про структурну побудову прикладної задачі, яка включає: задачну систему (ЗС) – систему розв'язувача (СР) – систему змісту профільного навчання (СЗПН) (рис. 1.1).

Вивчення внутрішніх зв'язків такої системи дає змогу розкрити сукупність загальних відношень, що виникають під час використання прикладних 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 прикладної задачі, що визначається поетапністю, відповідними методами та «внутрішніми» засобами (психологічними механізмами): визначення прикладного змісту фізичного явища або процесу; виокремлення сфер професійної діяльності, що відображені в умові задачі; виявлення типових ситуацій, що можуть бути покладені в основу задачі з конкретним виробничим сюжетом; дослідження задачі на предмет профінформаційної насиченості, що передбачає застосування методу профорієнтаційного аналізу (критеріального і факторного) та сукупності мисленневих прийомів (моделювання, абстрагування, асоціювання, антиципація); аналіз результату розв'язку з точки зору реалістичності виробничої ситуації, вірогідності вихідних даних (на цьому етапі може виникнути потреба в корекції умови, переформулюванні і складанні нової задачі).

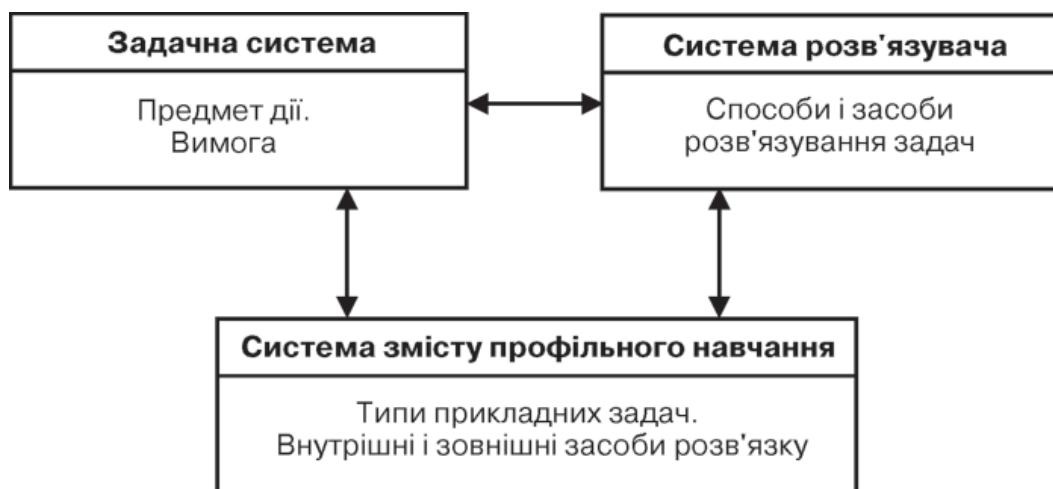


Рис. 1.1. Структура прикладної задачі

Здійснення профільного навчання, формування професійного самовизначення учнів у процесі розв'язування практичних завдань полягає в розкритті змісту професійної діяльності людини засобами прикладних навчальних задач (від професії – до людини), що сприяє посиленню гуманістичної спрямованості вивчення курсу фізики шляхом підвищення його «прикладного потенціалу», активізації пізнавальної діяльності учнів, набуття ціннісно-емоційного ставлення до майбутньої професії.

Визначаючи роль і місце прикладних задач у профільному навчанні учнів, сформулюємо наступне означення: фізична задача – це інформаційна модель прикладного змісту, що відображає систему зв'язків, утворених у процесі професійної діяльності людини. Прикладні фізичні задачі – це такі, в яких 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.

Зважаючи на те, що наведене вище означення містить характеристики професійної діяльності, то потребує обґрунтування положення про зміст і сутність профільного навчання. Змістовний аналіз інформативних відомостей, що можуть бути покладені в основу профільного навчання під час розв'язування прикладних задач з урахуванням особливостей вивчення фізики в загальноосвітній школі та їх профорієнтаційних можливостей, дає змогу виділити такі компоненти діяльності учнів: цільовий, стимулюючо-мотиваційний, змістовий, діяльнісно-операційний, емоційно-вольовий, контрольово-регулюючий, оцінково-результативний.

Цільовий компонент передбачає визначення триєдиної мети профільного навчання під час розв'язування прикладних фізичних задач (освітньої, розвивальної, виховної):

1) засвоєння системи знань про види професійної діяльності людини, зміст праці (предмет, результат, засоби, знаряддя, умови), уявлення про шляхи й етапи оволодіння професією, навички складання перспективного плану дій;

2) формування інтересів, мотивів, розвиток здібностей, самовдосконалення на основі зіставлення з вимогами конкретної професіограми, уявлень про психофізіологічні особливості тієї або іншої професії;

3) формування системи ціннісних орієнтирів, емоційно-ціннісного ставлення до професії, виховання потреби творчої самореалізації.

Профільне навчання у процесі розв'язування прикладних фізичних задач полягає в ознайомленні учнів із елементами і структурою різних видів професійної діяльності. Якщо в традиційній методиці розв'язування задач (прочитати умову, з'ясувати фізичний зміст задачі, виконати математичні перетворення аналітичних виразів відповідно до певного фізичного закону або функціональної залежності між величинами, знайти невідоме, здійснити дослідження вірогідності результату) набувається досвід практичного застосування теоретичних знань, то в процесі профільного навчання набувається досвід застосування прикладних знань.

Реалізація наведеної вище методики передбачає використання методів критеріального і факторного аналізу дослідження профільної інформативності фізичної задачі. На основі критеріального – здійснюється конкретизація її прикладного змісту, обґрунтування реалістичності умови, диференціація прикладної сутності розгляданого фізичного явища або процесу. Застосування методу критеріального аналізу передбачає виявлення «ознак» певної професії в умові задачі й потребує виконання кількох операцій: розпізнавання за ознаками; довізначення і перевизначення умови.

На основі факторного – здійснюється узагальнення відомостей про професію, привноситься прикладний зміст задачі у профільне навчання, розкривається його сутність. Застосування методу факторного аналізу передбачає з'ясування сутності прикладної задачі за відповідними компонентами професійної діяльності (змістовим – мета, предмет, результати праці; операційно-функціональним; психофізіологічним; мотиваційно-вольовим та історичним), виокремлення її суттєвих чинників (класифікація за факторами), структурування змісту задачі за певною схемою (систематизація знань), інтегрування знань про ту чи іншу професію (узагальнення).

Метою критеріального аналізу є формування уявлень про широкий «спектр» професій, а факторного – узагальнення знань лише про одну з них.

Наведемо зразки особливостей профільного навчання учнів під час розв'язування прикладних фізичних задач. Інтереси особистості враховуються у процесі формування позитивного ставлення до певного виду виробничої діяльності. Мета, завдання та функції профільного навчання реалізуються на основі принципів політехнізму (розкриття змісту технологічних процесів, будови та принципів дії машин і механізмів) і гуманізму (врахування інтересів особистості, здійснення консультаційної роботи). Розв'язування прикладних задач з метою реалізації принципу політехнізму освіти полягає у переформулюванні умови шляхом уведення відомостей, фактів про конкретне виробництво, параметрів і характеристик відповідного технологічного процесу.

У науці теоретично обґрунтовано концептуальні основи використання фізичних задач у школі в сучасних умовах і, зокрема, посилення ролі самостійного складання й розв'язування прикладних фізичних задач як метод навчально-пізнавальної діяльності, інструмент пізнання. Традиційна методика навчання розв'язуванню фізичних задач доповнюється вміннями добору та складання прикладних задач.

У табл. 1.1 подано вимоги до складання та розв'язування прикладних задач, що дають змогу узагальнити й упорядкувати засоби і методи підвищення ефективності навчання фізики в загальноосвітній школі.

Дидактичну систему навчання учнів складання та розв'язуванню прикладних фізичних задач, яка розроблена в межах моделі навчально-виховного процесу загальноосвітньої школи, представлено у вигляді схеми (рис. 1.2).

Об'єднуючою ланкою системи є фізична задача, тому що сутність фізики як науки розкривається шляхом практичного застосування знань у процесі їх складання та розв'язування.

Вимоги до складання та розв'язування прикладних фізичних задач

Дидактичний принцип	Дидактичні вимоги до змісту та розв'язування прикладних 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 раніше знаннях і відповідати розумовим можливостям учнів певної вікової групи
Оптимізації знань	Кількість прикладних 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 прикладних фізичних задач має розкриватися зв'язок між явищами природи і людиною, природою і технікою
Систематичності та послідовності навчання	Система прикладних 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 методів і форм навчання	Прикладні завдання мають сприяти виробленню в учнів практичних умінь і навичок під час 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 необхідних і достатніх умов для навчання	Наявність збірників задач, технічних засобів навчання, створення доброзичливих стосунків між суб'єктами навчального процесу

Якщо головним елементом моделі уроку є задача, то потрібно оцінити її складність, відповідність рівневій та профільній диференціації.

Об'єктивними коефіцієнтами структури задачі є:

K_1 – складність структури умови;

K_2 – складність структури розв'язку;

$K_{\text{суб.}}$ – суб'єктивний фактор, що визначає обсяг та якість знань учнів, а також залежить від індивідуальних здібностей особистості;

$K_{\text{склад}} = K_{\text{об}} + K_{\text{суб}}$, де $K_{\text{склад}}$ – це загальний коефіцієнт складності.

У коефіцієнті $K_{\text{об}}$, де відображено архітектуру, структуру і логіку розв'язування задачі, доцільно врахувати такі аспекти, як кількість розділів навчальної дисципліни, знання яких використовуються під час розв'язування задачі, міжпредметні зв'язки тощо.

Виходячи з кількості операцій (кроків) розв'язування задачі, врахування їх логічного характеру («і», «або») згідно з існуючими ступенями свободи, тобто кількістю логічних переходів, можна з певною похибкою знайти числове значення. Якщо в алгоритмі розв'язку є лише логічні операції типу «і» (кон'юнкція), тобто немає вибору переходу від кроку n до кроку $n + 1$ (диз'юнкція), то число ступенів свободи – 1, а якщо ж є розгалужені переходи, то число ступенів свободи – 2.

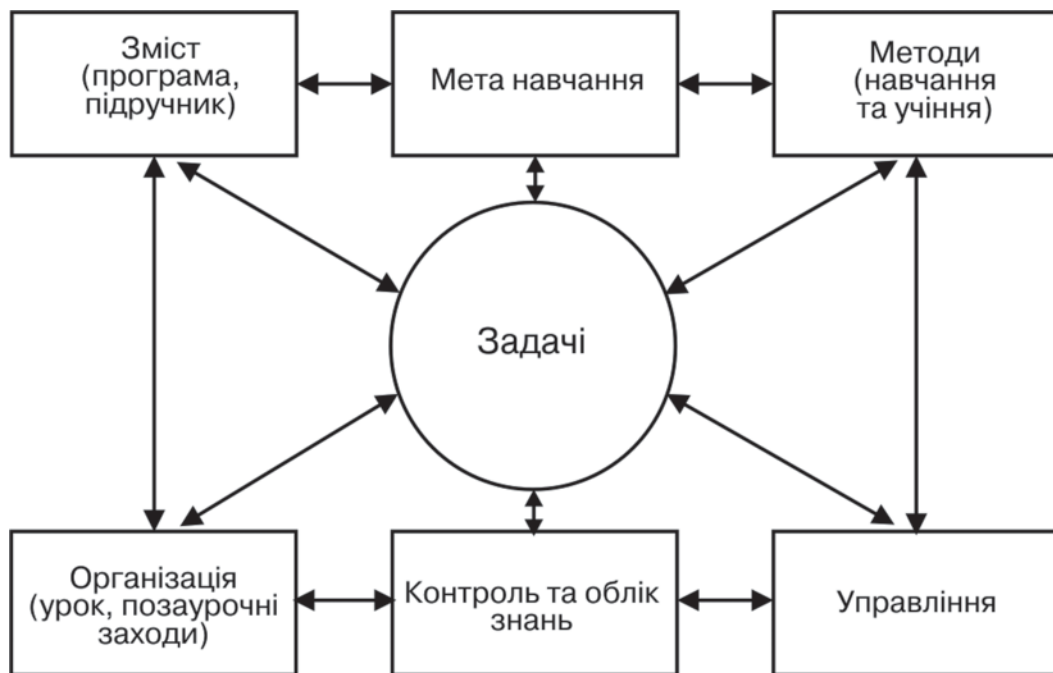


Рис. 1.2. Дидактична система навчання учнів розв'язуванню прикладних фізичних задач

Тоді кількісна оцінка складності дорівнює: $K_{об} = K_1 + K_2 = a + b + c$, де a – число «і» переходів, b – число «або» переходів та c – число ступенів свободи. Зрозуміло, що для різних учнів коефіцієнт складності різний. Набагато більшу складність має суб'єктивний фактор розв'язку задачі $K_{суб}$, що залежить від способів розумової діяльності учня та особливостей його психіки. Цей параметр є «чорним ящиком», вимір якого дає змогу кількісно оцінити складність задачі.

Для оцінки аналітичних умінь школярів розроблено систему рівнів усвідомлення умови задачі, проблем, що в ній вирішуються, та наявності плану розв'язку. Узагальнюючі ознаки цього важливого елементу процесу розв'язування (складання) фізичної задачі наведено у табл. 1.2.

Постійна ознака відображає незмінну послідовність етапів тлумачення умови та розв'язку задачі; змінна – альтернативні пояснення; відкрита – уміння самостійно вводити додаткові умови до змісту; структурна – уміння виокремлювати підкомпоненти; аналогії – уміння відшукувати тотожні й подібні об'єкти та властивості. Якщо мислення дитини розвинуте, то воно має конвергентні та дивергентні риси. Логічний компонент аналітичного мислення називають конвергентним, а образний, інтуїтивний – дивергентним. Для виявлення рівня розвинутої обох складових складають фізичні задачі з урахуванням рівневої диференціації навчання: знаходження оптимального розв'язку фізичної задачі для визначення наявності ознак конвергентного мислення; діагностування наявності елементів дивергентного мислення учнів.

Таблиця 1.2

Узагальнюючі ознаки процесу розв'язування фізичної задачі

Ознака	Рівень усвідомлення	Номер рівня
Аналогія+відкрита+структурна+постійна+змінна	Головний	I
Постійна або змінна	Основа усвідомлення	II
Постійна+змінна	Проміжний	III
Відкрита або відкрита+постійна+змінна	Додатковий	IV
Структурна+відкрита+постійна+змінна	Смисловий	V

На основі аналізу розв'язку задач визначають рівень конвергентного і дивергентного мислення кожного учня, окреслюють стратегію та шляхи подальшої діяльності зі складання і розв'язування прикладних фізичних задач. Перед визначенням рівня розвинутої того чи іншого типу мислення в процесі розв'язування прикладних фізичних задач перевіряється зміст завдань на валідність (відповідність стандартам фізичної освіти, програмам, змісту навчального матеріалу) та надійність, критерієм якої є середня арифметична величина засвоєння прикладних знань. Цілеспрямована навчальна діяльність із розв'язування прикладних фізичних задач, що передбачає мисленнєві операції: порівняння, абстрагування, узагальнення, класифікацію, систематизацію тощо, сприяє ефективному формуванню фізичних понять, розвитку логічного мислення та вміння самостійно здобувати знання.

Аналізуючи різні підходи до визначення дидактичної системи навчання фізики взагалі та сукупності змісту, методів і способів розв'язування задач зокрема, дамо означення поняття «задача» як сукупності внутрішніх і зовнішніх зв'язків, що забезпечують інтеграцію впорядкованої множини елементів (умова, самостійне її складання, аналіз, розроблення алгоритму та вибір способів розв'язування, застосування математичного апарату, аналіз отриманого результату тощо), діалектична єдність і взаємодія яких спрямовані на досягнення навчального результату в процесі вивчення курсу «Фізика», певного розділу або конкретної теми. Складовими дидактичної системи складання та розв'язування прикладних задач із фізики є: цілі і завдання; сукупність задач; методи і прийоми їх розв'язування; організація навчальної діяльності на уроках і в позакласній роботі; засоби навчання (моделі, комп'ютерні програми, вимірювальні прилади); контроль і самоконтроль.

Така дидактична система характеризується цілісністю, взаємодією складових (підсистем), сукупністю зв'язків між ними, визначенням основних критеріїв ефективності її реалізації. Прикладні задачі з фізики розглядаються в органічній єдності з методом конкретної теорії, що створює систему.

Єдність процесів пізнання і навчання фізики як науки потребує системного підходу до розв'язування прикладних задач. Указані вище процеси мають такі властивості: цілісність, тобто збереження якісної та кількісної стабільності складових; конкретизація їхніх функцій; усвідомлення елементів як органічної єдності; сукупності зв'язків, відносної автономності складових, неперервності розвитку. Подібність цих процесів передбачає складання прикладних задач, спрямованих на виявлення та розвиток елементів дивергентного і конвергентного мислення учнів. Метою самостійної роботи є визначення символічної, семантичної та образної дивергентності (конвергентності).

Пізнавальна діяльність учнів на уроках розв'язування задач поділяється на три етапи: усвідомлення, засвоєння та застосування фізичних знань. За рівнем усвідомлення умови задачі встановлюють можливість застосування теоретичних знань. Кожний із вищезгаданих етапів, завдяки організації процесів складання і розв'язування прикладних фізичних задач, може бути керованим. Розуміння фізичних явищ і закономірностей розглядають як керований процес, на всіх етапах якого важливу роль відіграє організація роботи з розв'язування задач, мотивація необхідності отримання нових знань, умінь і навичок, технологія розв'язування задач, уміння конвергентно та дивергентно мислити.

Дидактична система з формування практичних умінь і навичок у процесі розв'язування прикладних фізичних задач дає змогу зробити навчання особистісно привабливим для учня, є ефективним прийомом створення позитивного емоційного настрою в учнівському колективі, сприяє розвитку образного мислення, уяви, інтуїтивних механізмів розумової діяльності, утворенню різноманітних асоціацій, що поряд з традиційним вивченням предмета є доповненням психолого-педагогічного змісту в системі формування психологічних якостей зрілої особистості.

Добір і складання прикладних 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 проєктувальні, конструктивні, комунікативні та організаторські вміння.

Знання різних способів розв'язування прикладних фізичних задач сприяє ефективному формуванню фізичних понять, різнобічному й глибокому усвідомленню змісту навчального матеріалу, набуттю практичних умінь і навичок застосовувати фізичні закони та закономірності, створює умови для реалізації принципу політехнізму.

Фізичні задачі відрізняються одна від одної багатьма ознаками: змістом, способом подання, дидактичною метою та ін. Їхня класифікація дає змогу раціонально здійснювати добір та розробляти методику розв'язування. Способи класифікації фізичних задач розглянуто в параграфі 1.2.

1.2. КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИКЛАДНИХ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Найдосконалішою є класифікація фізичних прикладних задач за суттєвими ознаками. Розглянемо два способи знаходження невідомих величин: експериментальний і теоретичний. Експериментальний – передбачає дослідне визначення невідомих, а теоретичний – аналіз явища за допомогою відповідних фізичних законів. Якщо, наприклад, у результаті аналізу складено замкнуту систему рівнянь, що є свідченням високого рівня теоретичної підготовки, то задача розв'язується теоретично.

На основі цих способів розв'язання здійснено *першу класифікацію прикладних фізичних задач*. Вони можуть бути експериментальними й теоретичними. Задачу називають експериментальною, якщо для її розв'язання здійснюються вимірювання. Теоретичною задачею є фізичне явище (або їх сукупність) з відомими й невідомими величинами, у процесі розв'язання якої не здійснюються вимірювання.

Класифікацію теоретичних задач здійснимо за такими ознаками: ті, що ставляться й розв'язуються людиною, і ті, що відображають 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.

Класифікацію поставлених задач здійснюють на основі другої суттєвої ознаки. До якого типу належить фізичне явище, до такого ж і відповідна задача. За загальною ознакою поставлені задачі поділяють на *класичні й квантові*. Кожну класичну (і квантову) задачу за частковими ознаками співвідносять до відповідного типу. Докладнішу класифікацію задач здійснювати недоцільно – не лише тому, що для цього попередньо потрібно було б викласти повну сукупність фізичних явищ (курс загальної фізики), а й унаслідок того, що початківцям вивчати загальну фізику надто складно та малокорисно. Якщо аналіз фізичної системи дає змогу визначити тип задачі (які ідеальні об'єкти й процеси в ній розглядаються, 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. Відшукання величин, що входять у фундаментальні закони, складають зміст *основної* задачі. Використовуючи другорядні закони, визначають повну сукупність фізичних величин, що характеризують конкретне явище. Розв'язування будь-якої основної задачі полягає в знаходженні стану відповідної системи.

Задачі різняться за багатьма ознаками: за змістом, способом задання, дидактичною метою та ін. За характером і методом дослідження виділяють *якісні* й *кількісні* прикладні 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.

Подаємо різні класифікації прикладних фізичних задач.

За змістом: конкретні; абстрактні; міжпредметні; прикладні; історичні; тематичні.

За дидактичною метою: тренувальні; творчі; дослідницькі; контрольні.

За способом подання умови: текстові; графічні; задачі-малюнки (фотографії).

За ступенем складності: прості; середньої і підвищеної складності; складні.

За вимогою: знаходження невідомого; доведення; конструювання.

За способом розв'язування: експериментальні; обчислювальні; графічні.

Розглянуту класифікацію задач не можна вважати повною, адже одна й та ж задача може належати до різних груп.

На основі аналізу змісту курсу фізики здійснено класифікацію задач прикладного характеру за змістом (абстрактні й конкретні, з виробничим та історичним наповненням); дидактичними цілями (тренувальні, контролюючі, творчі); способом подання умови (текстові, графічні, завдання-малюнки, завдання-досліди); за рівнем складності (прості, складні, комбіновані); за характером і методом дослідження (обчислювальні, якісні, експериментальні, дослідницькі) (рис. 1.3).

Охарактеризуємо деякі види прикладних фізичних задач.

Обчислювальні – розв'язуються під час вивчення тем курсу, що містять числові відношення і залежності між величинами (закони кінематики, динаміки, збереження енергії, постійного струму тощо) з метою з'ясування й усвідомлення фізичного змісту відповідних явищ і процесів. Наприклад, за який час водій перевезе 98,0 т зерна, рухаючись із середньою швидкістю 61,2 км/год, якщо об'єм кузова – 7 м³, густина зерна – 700 кг/м³, а відстань до току – 1,7 км? [13, 39].

У системі фізичної освіти великі можливості в розвитку інтелектуальних здібностей учнів відіграють *якісні задачі*. Автори збірників задач 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» [13, 17, 39].

Якісні задачі є засобом розвитку конвергентного та дивергентного мислення, навчання учнів найпростішим умовиводам.



Рис. 1.3. Класифікація фізичних задач

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. Наприклад: чому зволожений ґрунт промерзає на меншу глибину, а вологі предмети замерзають і руйнуються швидше? Для охолодження молока на фермах використовують лід. Для чого його посипають сіллю?

Якісні 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.

Більшість науковців та фізиків-практиків завжди приділяють особливу увагу використанню різноманітних якісних задач, що пояснюється їхніми специфічними функціями.

Розглянемо також методи та окремі прийоми розв'язування якісних задач (евристичний, експериментальний, графічний, прийом знаходження ключових слів, доведення «від супротивного», прийом «граничних випадків» тощо). Вибір того чи іншого методу обґрунтовується рівнем знань, ступенем самостійності знаходження вірогідного результату, досвідом учнів та іншими чинниками.

Процес розв'язування якісної задачі має індивідуальний характер, тобто кожен учень відрізняється рівнем знань, розвитком психічних характеристик (мислення, увага, сприймання), мотивацією тощо.

В учінні, на думку І.С. Якиманської, реалізується індивідуальна пізнавальна діяльність, яка завдяки природній активності дитини формується досить рано, дещо стихійно, ще до систематичного навчання у школі. Це обумовлено тим, що до моменту шкільного навчання дитина вже є носієм власного пізнавального досвіду, тобто суб'єктом освітнього процесу, де вона саморозвивається та самореалізується. І основна функція школи полягає не в нівелюванні цього досвіду, а навпаки, в максимальному його виявленні та використанні [53].

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.

Психолого-педагогічний аналіз діяльності учнів щодо розв'язування задач дає змогу зробити такі висновки: у процесі розв'язування прикладних якісних задач забезпечуються умови для розвитку практичного мислення учнів; у традиційному навчанні недостатньо враховуються індивідуальні особливості учнів, рівень опорних знань, позитивної мотивації тощо.

Згрупувавши певну кількість задач за якоюсь характерною ознакою (рівень складності, зміст, характер проблеми, хід міркувань тощо), можна визначити спільні прийоми розв'язування та оптимізувати процес навчання. Узагальнимо й систематизуємо різноманітні ознаки, що характеризують якісні задачі. Варто відмітити, що подана класифікація (як і будь-яка інша) певною мірою є умовною, адже завжди знайдеться задача, яку буде важко віднести до того чи іншого класу, тому що її зміст може характеризуватися кількома ознаками водночас. Проте в більшості випадків таке співвідношення може бути здійснене досить точно. Класифікацію якісних задач зображено на рис. 1.4.

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). Наприклад, знайти переміщення й шлях автомобіля, що має початкову швидкість 50 м/с, рухається прямолінійно з постійним прискоренням і через 10 с зупиняється. Накреслити графіки ізотермічного розширення повітря даної маси в системі координат $p, V; T, V; p, T$; де T, V, p – відповідно температура, об'єм, густина і тиск газу [1, 10, 25].

Найчастіше в житті зустрічаються *задачі з неповними даними*, коли відсутні дані відшуковують у таблицях, довідниках або шляхом вимірювань. Розв'язування задач цього типу сприяє формуванню навичок самостійної роботи з довідковою літературою. Наприклад, який максимальний вантаж може витримати алюмінієвий (мідний, сталевий тощо) дріт заданого перетину? При якій найменшій довжині він обривається?

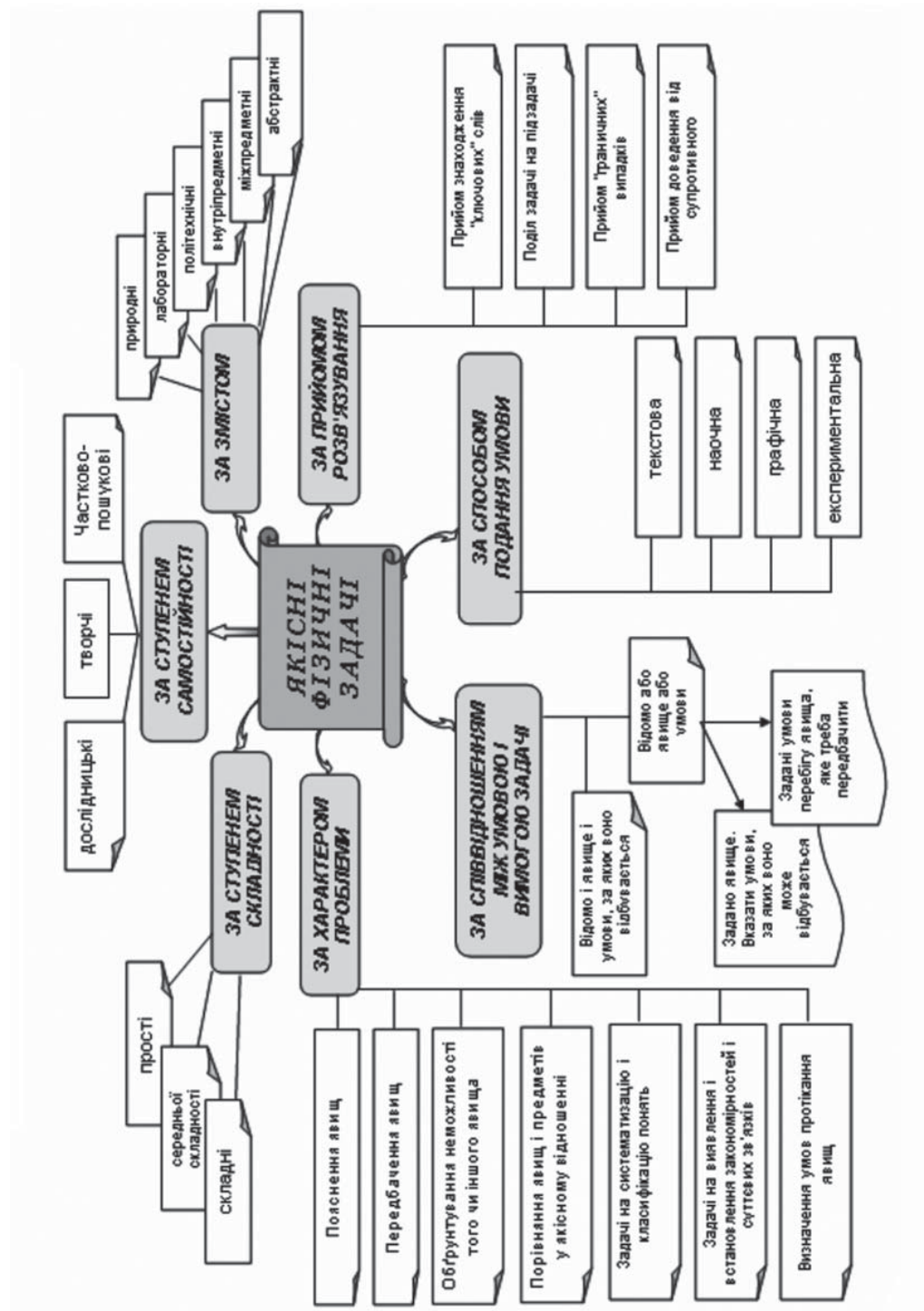


Рис. 1.4. Класифікація якісних прикладних задач із фізики

Особливу увагу варто приділяти розв'язуванню нестандартних, творчих задач, складання яких ґрунтується на винаходах. Це зумовлено тим, що навички дослідницької роботи є основою пізнання навколишнього світу. На таких засадах побудовано стандарти освіти багатьох країн світу (Україна, Англія, США).

Проблему використання винахідницьких, дослідницьких та конструкторських задач у навчальному процесі розглянуто у працях А. А. Давиденка, Ю. О. Жука, Г. В. Касьянової та ін. Учені дають означення винахідницьким задачам, класифікують їх за методом розв'язування, рівнем винаходу й розвитку творчої уяви [12, 16, 19].

Дослідницькі – це задачі, предметом вивчення яких є фізичні явища, процеси, факти і відповідні моделі. Розв'язання таких задач потребує застосування загальних методів наукових досліджень. Здійснимо класифікацію навчальних дослідницьких задач: дослідження побудованих моделей; дослідження відмінностей між ідеальними моделями та їх реальними прообразами (об'єктами, явищами, процесами); розроблення моделі експерименту; формулювання висновків спостережень та експериментів; висунення, формулювання та перевірка гіпотез; добір засобів вимірювання тощо [6].

Сучасна парадигма середньої освіти зорієнтована на виховання творчої особистості. Доведено, що таке виховання можливе лише за умови цілеспрямованої діяльності учнів у процесі розв'язування задач, які в методичній літературі прийнято називати творчими. В. Г. Разумовський запропонував творчі задачі з фізики умовно поділяти на *конструкторські та дослідницькі*. Вимогою задач першого типу є отримання реального ефекту відповідно до даної абстрактної моделі (закону, формули, графіка тощо). Задачі другого типу вимагають обґрунтування незнайомого явища на основі адекватної абстрактної моделі з теорії фізики [38; 45].

Історично склалося, що питання класифікації, дидактичних функцій, постановки конструкторських (винахідницьких) задач досить ретельно з'ясувалися психологами та педагогами. Серед них варто виділити Л. С. Виготського, А. А. Давиденка, С. Л. Рубінштейна та ін. [5, 12, 41].

Структуру поняття «*фізична дослідницька задача*» (ФДЗ) розглянуто в працях Ю. М. Галатюка та А. В. Рибалко [6], класифікацію здійснено Г. В. Касьяною [19].

Розглянемо основні напрями такої класифікації. За рівнем абстрагування дослідження ФДЗ можна поділити на абстрактні й конкретні. За умовами проведення – на дослідження з відомими приладами, передбаченням вибору приладів, вільним вибором. За способом вимірювання фізичних величин – на прямі, посередні, сукупні, спільні. За змістом розрізняють ФДЗ із вивчення властивостей речовин, полів, фізичних явищ та процесів (природних і лабораторних). Виділяється множина дослідницьких задач, спрямованих на підтвердження основних теоретичних положень (задачі-оцінки, -доведення, -пояснення (прогнози); визначення фундаментальних фізичних констант; перевірка та виведення фізичних законів). За способом підвищення пізнавального інтересу ФДЗ можна розділити на «чорні ящики», парадокси, софізми, ігри, кросворди та вікторини [36; 88–111].

Розглянута вище систематизація відображає лише «безвідносний» підхід, адже «відносний» передбачає поділ ФДЗ на теоретичні й практичні.

Дидактичною метою розв'язування будь-якої дослідницької задачі, окрім надання нової інформації, є ознайомлення з методами фізичних досліджень, формування вмінь їх практичного застосування. Відповідно до цих методів здійснюють класифікацію ФДЗ.

До основних методів емпіричних досліджень належать спостереження й експеримент. Незважаючи на те, що спостереження «...спираються, передусім, на роботу органів відчуття», – як зазначає О. В. Сергєєв, вони не гальмують мислення учнів [43; 3–4]. Педагогічна цінність спостережень полягає у формуванні вмінь «...виявляти основні та другорядні якості предметів, явищ, істотні й неістотні ознаки» [43; 46].

Не кожне спостереження постає дослідницькою задачею, тому що за характером пізнавальної діяльності вони поділяються на ілюстративні, частково-пошукові та дослідницькі. Лише спостереження останнього типу можна вважати ФДЗ. Як правило, вони застосовуються «...під час виконання домашніх завдань, екскурсій, у гуртковій роботі, на факультативних заняттях» [43; 44].

Стосовно другого методу емпіричних досліджень – експерименту, треба зауважити, що «в методологічному відношенні навчальний експеримент різко відрізняється від наукового за завданнями, складністю, числом проведених дослідів, їх варіативністю, обладнанням, технікою вимірювань і обчислень тощо». У дидактиці висувуються певні вимоги щодо створення «комплексу експериментальних умінь методологічного характеру: описати спостереження або дослід; підмітити різницю між очікуваним і реальним результатами; відрізнити істотне від другорядного; передбачити подальший хід експерименту; самостійно висунути гіпотезу (зробити висновок), який пояснює отриманий результат; використати графіки та таблиці».

Дослідницькі задачі, у процесі розв'язування яких формуються навички емпіричних фізичних досліджень, здійснюється взаємодія із зовнішнім середовищем, належать до прикладних.

Установлення поняття прикладної ФДЗ неможливе без аналізу класу задач, які прийнято називати *експериментальними*. Під експериментальною фізичною задачею прийнято розуміти таку, що «потребує для розв'язування здійснення експерименту або фізичних вимірювань, крім фізичного мислення і, можливо, математичних обчислень» [45; 19].

Експериментальні – це задачі, для розв'язання яких вихідні дані отримують дослідним шляхом або експериментально. Перевага експериментальних задач полягає в тому, що їх не можна розв'язати лише формально, без розуміння сутності певного фізичного процесу. Наприклад, під час вивчення дії фізичного приладу реостата учні усвідомлюють різницю між приладом, що регулює струм у ланцюзі, і дільником напруги (потенціометром).

Зауважимо, що під час розв'язування експериментальної задачі або задачі-спостереження вдосконалюються навички застосування методів наукових досліджень, наприклад, техніка здійснення вимірювань фізичних величин, але, не будучи творчою, вона вже не є дослідницькою.

Поняття «прикладна ФДЗ» є видовим по відношенню до поняття «експериментальна задача» та «задача-спостереження». У процесі розв'язування цього виду навчальних задач (експериментальне дослідження, експериментальний тур фізичної олімпіади тощо) вона для конкретного учня трансформується в дослідницьку.

З точки зору діяльнісного підходу, більшість учених схильні розмежовувати процес розв'язування експериментальних задач на такі етапи: «1) підготовчий; 2) дослідницький; 3) реалізуючий (вимірювальний); 4) підсумковий» [25; 9]. Розв'язування не кожної експериментальної задачі потребує виконання всієї послідовності розглянутих етапів, адже деякі з них зводяться лише до одноразового прямого вимірювання або спостереження перебігу явища та формулювання висновків на якісному рівні. Як засвідчує практика, переважна частина учнів не готова до здійснення самостійного експериментального дослідження в повному обсязі, тому що методи наукових досліджень не можна переносити «у чистому вигляді» в навчальну діяльність. Для того, щоб задача стала для учня дослідницькою, необхідно забезпечити творчу реалізацію хоча б одного з вищеперелічених етапів. Тому, з дидактичних міркувань, є сенс у постановці експериментальних дослідницьких задач, спрямованих на вибір оптимальних засобів вимірювання; розроблення моделі експерименту, що передбачає висунення гіпотези, здійснення уявного експерименту та наведення аналогій; формулювання висновків на основі результатів експерименту (спостережень); комплексне застосування методу експериментальних досліджень.

Підготовка та здійснення емпіричних досліджень неможливі без застосування теоретичних методів пізнання. Учені М. П. Семикін і В. А. Любичанковський зазначають, що «...будь-який експеримент від початку до кінця пронизаний теорією: «...теорія й експеримент – дві сторони єдиного процесу пізнання. Експерименту завжди передують певна система теоретичних уявлень» [44].

Розглянемо основні теоретичні методи пізнання і відповідні напрями класифікації ФДЗ. Як відомо, до них належать: ідеалізація, моделювання, аналогія, уявний експеримент, гіпотеза. Розкриємо сутність кожного методу.

«Ідеалізація – це мисленнєве утворення абстрактних об'єктів» [52; 24]. Основна частина учнів не може користуватись цим методом теоретичного пізнання, хоча певною мірою вони ознайомлені з прийомом абстрагування від конкретних ситуацій або їх окремих сторін, однак, ідеалізація передбачає ще й вміння виокремлювати в кожному даному явищі суттєве від другорядного. Тому, як свідчить практика, дослідницькі задачі, спрямовані на формування вмінь здійснювати фізичну ідеалізацію, потрібно ставити перед учнями не в прямому вигляді, а шляхом реалізації системи відомих конкретних видів ідеалізованих об'єктів та процесів у поєднанні з іншими методами наукового пізнання. Одним із таких методів, що безпосередньо пов'язаний з ідеалізацією, є моделювання.

З точки зору фізики, «моделювання – це матеріальне або уявне створення штучних систем, які відтворюють певні властивості об'єктів, що вивчаються» [52; 32]. Моделі, як правило, поділяють на такі класи: матеріальні та ідеальні. До першого класу належать об'єкти природи, до другого – ідеальні, виражені у відповідній знаковій формі (абстрактно-математичні моделі).

Матеріальним моделям притаманна особлива дидактична функція – створення наочних образів фізичних понять (модель броунівського руху, кристалічної ґратки, ліній напруженості електричного поля тощо). Виникає небезпека ототожнення в уяві учнів наглядно-образної моделі з реальним досліджуваним об'єктом. Частина учнів вважає, що молекули – це маленькі пружні кульки, кристалічна ґратка – це кульки, закріплені на стрижнях, тощо. Подібні зовнішні ознаки матеріальних моделей школярі досить часто переносять і на ідеальні моделі. Тому є сенс спрямувати постановку частини дослідницьких задач на формування в учнів розуміння відмінностей між моделлю досліджуваного об'єкту (процесу) і об'єктом (процесом), показуючи принципову обмеженість тієї або іншої моделі та пов'язаної з нею ідеалізації.

Як і будь-який метод наукових досліджень, моделювання не можна впроваджувати в «чистому» вигляді, а необхідно створювати передумови формування вмінь використовувати його елементи, наприклад – готові моделі.

Наступний метод – метод аналогій – є не лише потужним методом фізичних досліджень, а й досить ефективним дидактичним засобом під час викладання навчального курсу фізики, тому що дає змогу створити передумови наочної інтерпретації складно уявлюваних процесів та об'єктів, спростити викладання теоретичного матеріалу, полегшити розв'язування навчальних задач тощо. Дидактичні засади впровадження методу аналогій у курс фізики середньої школи були розроблені Г. М. Голіним, С. У. Гончаренком, В. П. Ореховим [8, 10, 18 та ін.]. Спираючись на психологічні механізми здійснення умовиводів за аналогією, ці вчені пропонують упроваджувати в шкільну практику аналогії на основі зіставлення та протиставлення, зведення складного до простого, асоціацій за подібністю. Зазначимо також, що будь-яка аналогія досліджуваного явища або об'єкта є одночасно і його моделлю. Тому деякі науковці схильні виділяти як окремий метод – метод моделей і аналогій.

Досить важливим методом теоретичного пізнання у фізиці є уявний експеримент. Під ним розуміють «теоретичний аналіз такої експериментальної ситуації, яку ніколи не можна створити в реальних умовах» [2; 42]. Уявний експеримент як дидактичний прийом має важливі пізнавальні функції: він є наочним засобом під час викладання складного матеріалу, а також способом доведення принципових положень (виведення формули архімедової сили, основного рівняння молекулярно-кінетичної теорії (МКТ), основних положень теорії відносності тощо). Формувати вміння застосовувати уявний експеримент у процесі розв'язування прикладних ФДЗ потрібно у поєднанні з іншими методами наукового пізнання, особливо під час доведення гіпотез на основі умовиводів.

І, нарешті, ще одним важливим методом фізичних теоретичних досліджень, елементи якого, на нашу думку, варто впроваджувати в дослідницьку діяльність учнів, є гіпотетичний метод. Під гіпотезою, як правило, розуміють «висунуте на основі відомих фактів передбачення про безпосередньо спостережувані форми зв'язку явищ чи внутрішні механізми, що обумовлюють ці явища, і притаманні їм форми зв'язку» [43;36]. Учені виділяють три стадії розвитку гіпотези:

- 1) висловлення припущення на основі нагромаджених фактів;
- 2) формулювання гіпотези;
- 3) перевірка та уточнення гіпотези на практиці [2; 36–40].

Розв'язування навчальних задач гіпотетичним методом сприяє інтенсивному розвитку продуктивного мислення учнів, але, як показують педагогічна практика та системні дослідження, більшість учнів не готова до його комплексного застосування. Подолати цю суперечність можна постановкою навчальних дослідницьких задач, спрямованих на формування вмінь застосовувати окремі етапи процесу розвитку гіпотез. Так, Л.Л. Момот пропонує впроваджувати локально-дослідницькі завдання на постановку проблеми, побудову гіпотези та її доведення [26; 44]. Зважаючи на означене вище, розглянемо клас ФДЗ, спрямованих як на окремі стадії розвитку гіпотези (висунення припущень, формулювання гіпотези та її перевірка), так і на повне застосування гіпотетичного методу досліджень.

Отже, на основі аналізу наукової літератури, вивчення передового педагогічного досвіду, результатів експериментальних досліджень можливо здійснити класифікацію приладних фізичних задач, що дає змогу раціонально здійснювати їх добір та розробляти загальні методи розв'язування.

1.3. МЕТОДИ, СПОСОБИ І ПРИЙОМИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Востанні десятиріччя відбулося суттєве посилення значущості прикладної спрямованості фізики, де одна з провідних ролей належить розв'язуванню задач. Однак, незважаючи на це, значна частина випускників шкіл відчуває певні складнощі під час їх розв'язування, тому що не володіє відповідними практичними вміннями й навичками.

У педагогічній практиці вироблено загальний алгоритм розв'язування різних типів прикладних фізичних задач:

- 1) вивчення умови та з'ясування змісту нових термінів і виразів;
- 2) короткий запис умови, виконання потрібних малюнків, схем, графіків (фізичні величини мають бути виражені у Міжнародній системі одиниць (СІ));
- 3) аналіз умови задачі, у процесі якого з'ясовується її фізична сутність, встановлюються фізичні явища, процеси, стани системи та закони й закономірності, потрібні для розв'язку;
- 4) складання плану розв'язування;
- 5) вираження зв'язків між невідомими й відомими величинами у вигляді формул;
- 6) розв'язування системи рівнянь для одержання невідомого;
- 7) обчислення шуканої величини;
- 8) аналіз одержаних результатів;
- 9) пошук й аналіз інших шляхів розв'язування [18, 28].

Під час розв'язування конкретних задач деякі етапи загального алгоритму можуть бути пропущені.

Будь-який метод розв'язання задачі передбачає фізичний, математичний та дослідницький етапи. У кожній задачі відображено певне фізичне явище або їх сукупність. Аналіз її фізичного змісту дає змогу встановити, які закономірності потрібно використати під час розв'язування, і яких числових величин недостатньо. На математичному етапі – встановлюються відношення між величинами та здійснюється обчислення невідомих. На завершальному – досліджується результат та встановлюється його вірогідність (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Етапи розв'язування прикладних задач з фізики

Аналіз (від грецького *analyze* – розкладання, розчленування, розбір) під час розв'язування фізичної задачі полягає в поділі складної задачі на простіші. Завдяки логічному аналізу учень осмислює умову, розділяючи її на складові. Процес поділу лише тоді стає засобом пізнання, коли здійснюється безперервне зіставлення виділених елементарних задач із загального, складовими якої вони є. Також має здійснюватися зіставлення умови задачі з її вимогами та наявним рівнем знань. Цей процес триває доти, поки не буде знайдено основну залежність між величинами.

Логічний аналіз умови задачі супроводжується синтезом, тобто мисленнєвим об'єднанням простих елементів. Поглиблене пізнання умови здійснюється шляхом розкриття зв'язків шуканих фізичних величин з відомими та синтезом результатів попереднього аналізу. Нові знання постають основою глибшого аналізу, що завершується вищим рівнем синтезу. У цьому процесі аналіз і синтез постійно переплітаються, розкриваючи істотніші зв'язки між фізичними явищами та величинами, спрямовуючи мисленнєву діяльність від сутності першого порядку до другого. Так продовжується доти, поки не буде знайдено основну функціональну залежність між величинами, що приведе до розв'язання задачі.

Виявлення зв'язків між елементами прикладної задачі здійснюється у структурно-функціональній послідовності (сукупності гностичних актів). Гностичні акти як компонент процесу розв'язування задач – це послідовне переміщення певного «уявного погляду» з одного елемента задачної ситуації на інший. Сукупність таких актів, у процесі яких розкриваються властивості елементів розв'язуваної задачі, називається гностичною динамікою. На основі гностичної динаміки процесу дослідження елементів задачі, зіставлення вихідної й кінцевої ситуацій, учень мисленнєво будує її динамічну модель, яку можна представити у вигляді схеми (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Динамічна модель розв'язування прикладної фізичної задачі

Без усвідомлення наведених вище етапів розумової діяльності учням важко оволодіти необхідними навчальними прийомами і мисленнєвими операціями, що призводить до значних ускладнень під час розв'язування фізичних задач.

Знання особливостей усіх елементів структури задачі та аналіз функціональних залежностей між фізичними величинами дають змогу перейти до третього етапу навчально-пізнавальної діяльності – здійснення логічного обґрунтування й оформлення розв'язку.

На цьому етапі важливу роль у мисленнєвій діяльності відіграють проектувальні вміння учня: планувати дії, пов'язані з розв'язуванням задачі; відбрати раціональні ефективні способи їх здійснення; передбачати можливі ускладнення під час самостійної роботи; прогнозувати ефективність методики розв'язку.

Невід'ємним компонентом продуктивної діяльності учня на етапі оформлення розв'язку задачі є конструктивні вміння: композиційна побудова навчально-пізнавальної діяльності; передбачення різних варіантів її реалізації; формулювання питань; вираження функціональних залежностей між величинами у вигляді загальної формули.

Після знаходження основного співвідношення між фізичними величинами, а також значень невідомих, процес розв'язування задачі не завершується. На цьому етапі домінує контролююча гностична діяльність учнів, що потребує аналізу результату, обґрунтування його вірогідності. Її ефективність залежить від сформованості таких умінь: формулювання мети аналізу й висновків, вибір критеріїв якості розв'язування задачі, узагальнення та перенесення одержаних результатів на часткові випадки, оцінка доцільності обраних дій тощо.

Завершальний аналіз та осмислення розв'язаної задачі потребує сформованості відповідних гностичних і організаторських умінь учителя, який здійснює педагогічне управління розумовою діяльністю учнів, узагальнює та систематизує їхні практичні знання і вміння розв'язувати прикладні фізичні задачі. Подібна діяльність педагога передбачає критичне оцінювання одержаних результатів із позицій їх фізичної і практичної достовірності (вірогідності результату, його узгодженості з методом розмірностей, відповідності загальним фізичним і методичним принципам, можливості експериментальної перевірки та графічної інтерпретації, коректності сформульованої відповіді); обговорення фізичного результату й осмислення учнями основної ідеї та методу розв'язання задачі; узагальнення результатів шляхом установаження зв'язків задачі із раніше розв'язаними з метою наступного перенесення методу в інші умови; пошуки нових методів розв'язання задачі й виділення раціональних; ефективне використання умови шляхом розширення кількості запитань; формулювання нових задач на основі розв'язаної з додержанням вимог принципу системності (ланцюжка задач), коли кожна наступна задача включає елементи попередньої.

Визначимо основні критерії сформованості вмінь розв'язувати прикладні фізичні задачі: знання основних операцій, із яких складається процес розв'язування; засвоєння структури сукупності операцій; перенесення засвоєного способу розв'язку з одного розділу на інші.

Подаємо схематичну модель загальних методів розв'язування прикладних фізичних задач (рис. 1.7).

Залежно від виду мисленневих операцій, розрізняють аналітичний, синтетичний та аналітико-синтетичний способи розв'язування прикладних фізичних задач.

Аналітичний – полягає в поділі складної задачі на простіші. Розв'язування розпочинається з відшукування закономірностей, що дають змогу знайти безпосередню відповідь на запитання задачі. Кінцева розрахункова формула утворюється шляхом синтезу окремих фізичних закономірностей. Завдяки аналізу учень осмислює умову складної задачі, розкладаючи її на складові, кожна з яких досліджується окремо. Процес поділу лише тоді постає засобом пізнання, коли здійснюється безперервне зіставлення простіших задач із загальною, умови задачі з – вимогами та наявними знаннями.

Синтетичний – полягає в послідовному виявленні зв'язків вихідних величин з іншими, поки не одержимо рівняння з невідомою величиною. На відміну від аналітичного способу, синтетичний передбачає початок розв'язування з вихідних величин.

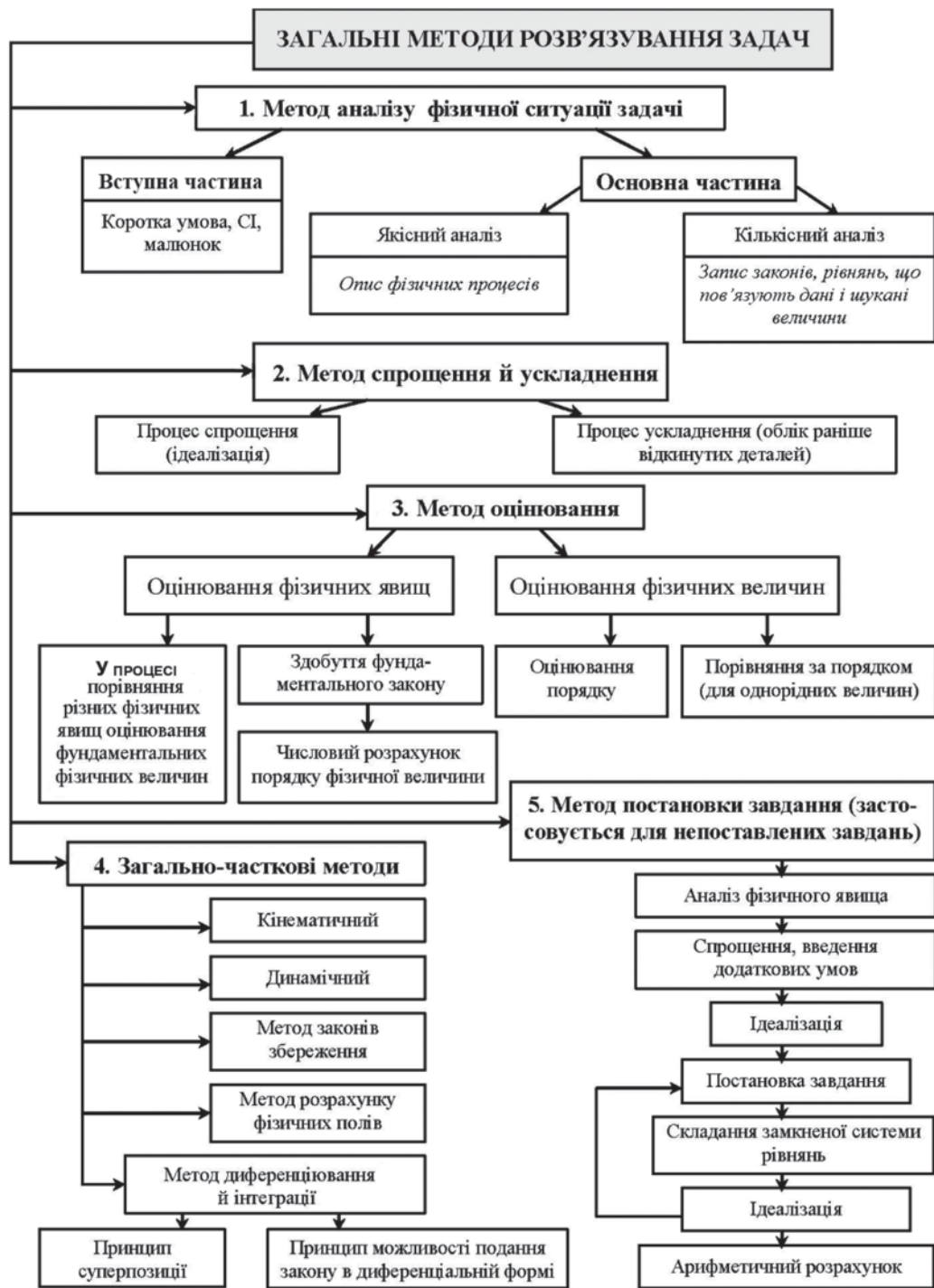


Рис. 1.7. Загальні методи розв'язування фізичних задач

Аналіз умови задачі обов'язково супроводжується синтезом, мисленнєвим об'єднанням елементарних задач, що виділені в процесі аналізу. Поглиблене пізнання умови здійснюється шляхом розкриття нових зв'язків шуканих фізичних величин із відомими та шляхом синтезу результатів аналізу. Нові знання, здобуті в результаті синтезу, постають об'єктом глибшого аналізу, що завершується синтезом вищого рівня. У цьому процесі аналіз і синтез постійно переплітаються, розкриваючи суттєві зв'язки між явищами та фізичними величинами.

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

Моделювання – змістове «ядро» системи методів розв'язування фізичних задач, тому що воно застосовується на всіх його етапах – від усвідомлення умови, де вихідною моделлю є ілюстрація фізичної ситуації, – до отримання результату. Під час розв'язування фізичних задач, зазвичай, використовують кілька методів. Тому загальнонауковий метод моделювання використовують інколи як спосіб або засіб [25; 48].

Вибір системи відліку. Для опису будь-якого руху обов'язково вибирають певну систему відліку. Розрізняють інерціальні (ІСВ), відносно яких тіла, за відсутності дії сил або у випадку рівності нулю рівнодійної, рухаються рівномірно й прямолінійно, або залишаються в стані спокою, та неінерціальні системи відліку (НІСВ), що рухаються з прискоренням відносно інерціальних. У механіці системи відліку рівноправні між собою і перевагу надають тій, що дає змогу суттєво спростити розв'язок задачі. Ефективний вибір системи відліку здійснюється в результаті систематичної, цілеспрямованої діяльності учня під час виконання певного типу завдань. Для розвитку дивергентного мислення доцільно розглядати розв'язок однієї фізичної задачі, вибираючи різні системи відліку.

Графічний метод передбачає використання графіків для опису і пояснення природних процесів та закономірностей і є могутнім засобом розв'язування фізичних задач. Використання графів сприяє наочному та глибшому усвідомленню учнями фізичного процесу, навчає виражати функціональну залежність аналітично, дає змогу уявити умову задачі, а також її розв'язок. Цей метод доцільно використовувати під час вивчення розділу «Кінематика». Графічне зображення законів прямолінійного руху й аналіз графів здійснюється для того, щоб навчити визначати характер руху та числові значення шляху, переміщення, швидкості й прискорення за графіком; наочно зображати функціональні залежності кінематичних величин; порівнювати графіки рухів, за якими вони можуть бути визначені; навчити розв'язувати задачі на зустрічні рухи тіл (визначати час, місце, швидкість у момент зустрічі тощо).

Метод інверсії ґрунтується на властивостях рівнозначних процесів, які можна здійснювати в зворотному напрямку, повторивши всі проміжні стани прямого. Застосування методу інверсії дозволяє розв'язати задачу, звівши її до іншої, спосіб розв'язування якої відомий. Цей метод використовують під час розв'язування задач із кінематики, динаміки, термодинаміки та електростатики.

Метод диференціювання й інтегрування (ДІ). У його основу покладено такі принципи: можливості представлення закону в диференціальній та інтегральній формах [2; 19]. Метод дає змогу розширити межі застосування фізичних законів. Припустимо, що закон має вигляд $D = GR$, де D, G, R – деякі фізичні величини, причому $G = \text{const}$. Як же використати цей закон, коли $G = G(R)$? У такому випадку величину R розбивають на малі інтервали dR , на яких зміною G можна знехтувати. Тоді закон використовують у вигляді $dD = G(R)dR$, де dD – змінна величина D на ділянці dR . Застосовуючи принцип суперпозиції, отримуємо значення величини D у такому вигляді: $D = \int_{R_1}^{R_2} G(R)dR$, де R_1 і R_2 – початкове й кінцеве значення величини R . Метод ДІ містить дві частини. У першій – знаходять диференціал шуканої величини («ділять» на частинки, які вважають матеріальними точками або ділять проміжок часу на інтервали, де процес вважають незмінним). У другій частині здійснюють додавання (інтегрування). Найскладнішим елементом у застосуванні методу ДІ є вибір змінної інтегрування. Для цього встановлюється, від яких величин залежить диференціал шуканої, яка змінна є найбільш суттєвою (через неї виражають інші). Межі інтегрування вибирають як граничні значення змінної інтегрування. За допомогою цього методу обчислюють силу взаємодії між неточковими масами, зарядами, роботу змінної сили, момент інерції, здійснюють розрахунки гравітаційних та електромагнітних полів тощо.

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

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

Метод оцінок. Оцінка фізичної величини полягає у визначенні її порядку або в порівнянні однорідних величин. Під час визначення порядку фізичної величини її складові записують у стандартному вигляді й оцінюють порядок кожної з них. Орієнтуються на найвищий. Якщо величина має порядок на дві одиниці нижче найвищого, то її не беруть до уваги. Цей метод є основним у процесі розв'язування задач, значна частина яких потребує не лише оцінки фізичної величини, а й самостійного задання числових значень параметрів.

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

Метод можливих переміщень (Лагранжа). За цим методом для рівноваги механічної системи з ідеальними зв'язками необхідно й достатньо, щоб сума робіт, прикладених до системи активних сил на будь-якому з можливих переміщень, дорівнювала нулю. Сили реакції не враховуються.

Метод розмірностей. Під розмірністю фізичної величини розуміють вираз, що відображає її зв'язок із основними величинами СІ, при коефіцієнті пропорційності, рівному одиниці. Розмірності основних величин виражають шляхом їхнього позначення. Наприклад, у механіці за одиниці виміру прийняті довжина, маса і час: $\dim(l) = L$, $\dim(m) = M$, $\dim(t) = T$, де \dim – «dimension», тобто «розмірність». Будь-яку фізичну величину в механіці можна представити у вигляді $Y = C \cdot M^b \cdot T^l$, де b, l – показники розмірності фізичної величини. Якщо величина безрозмірна, то показник розмірності дорівнює нулю. Для використання цього методу під час розв'язування фізичних задач дотримуються таких правил: розмірність довільної фізичної величини визначається добутком позначень основних величин, піднесених у відповідні степені; додавати і віднімати можна лише величини однакової розмірності.

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

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

Евристичний – використовується під час розв'язування якісних задач, передбачає формулювання взаємозалежних цілеспрямованих запитань. На основі цього способу формуються навички логічного мислення, аналізу фізичних явищ, складання плану розв'язку задачі, узагальнення фактів, дослідження вірогідності результату.

Розрізняють такі форми евристичного способу розв'язування прикладних якісних задач у процесі вивчення шкільного курсу фізики:

- а) «навідні» запитання – передбачає формулювання запитань учителем;
- б) *питально-відповідальна* – передбачає формулювання запитань і відшукання відповідей учнем у письмовій формі;
- в) *оповідальна* – передбачає усне розв'язування задачі у вигляді логічно пов'язаних речень, що утворюють цілісне оповідання.

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

Арифметичний – передбачає поетапне розв'язування із застосуванням математичних дій або тотожних перетворень виразів із фізичними величинами без складання рівнянь.

Алгебраїчний – ґрунтується на використанні фізичних формул для складання рівнянь, із яких визначається шукана фізична величина.

Геометричний – полягає в застосуванні геометричних властивостей фігур і тригонометричних залежностей між їхніми елементами.

Розглянемо приклади розв'язування прикладних задач із застосуванням законів Ньютона. З множини різних фізичних задач (розділи «Кінематика» і «Динаміка») виділимо найтиповіші й відобразимо в табл. 1.3 [11].

1. Тіло рухається під дією сили \vec{F} . На малюнку зображено: *a)* всі сили, що діють на тіло; *б)* сили, що безпосередньо впливають на його прямолінійний рух.

2. На тіло, окрім сили \vec{F} , діє сила тертя.

3. Тіло рухається з прискоренням вгору (вниз) під дією сили \vec{F} . Напрями сил у випадках *a* і *б* різні, а рівняння руху у векторній формі – однакові.

4. Тіло рухається вгору похилою площиною з прискоренням, направленим паралельно площині.

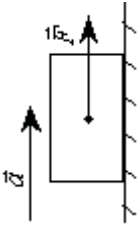
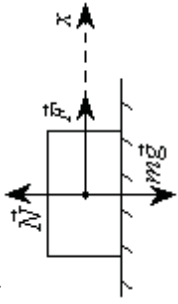
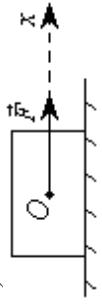
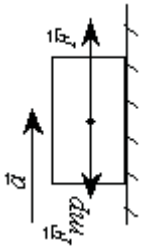
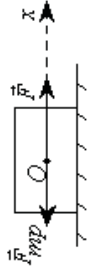
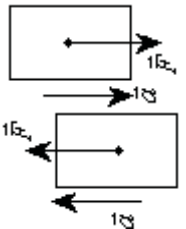
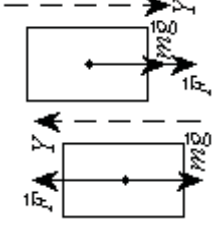
5. Розглянемо рух системи вантажів (якщо блок і нитка невагомі, то $T_1 = T_2 = T$, нитка – нерозтяжна, то $a_1 = a_2 = a$). У випадку *a)* вказано всі сили, що діють на систему тіл. У випадку *б)* не враховано сили взаємодії вантажів і перевантаження як внутрішні щодо вибраної системи.

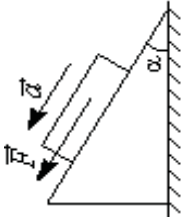
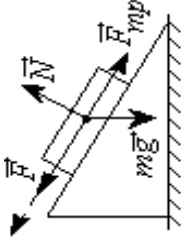
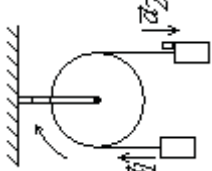
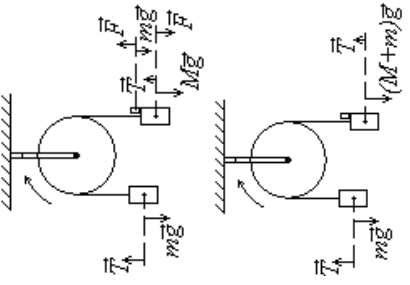
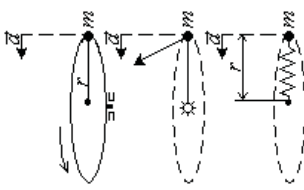

6. Тіло рухається по колу під дією сил: *a)* тертя; *б)* тяжіння; *в)* пружності. Рівняння руху в усіх випадках однакові.

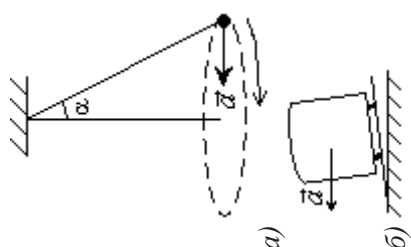
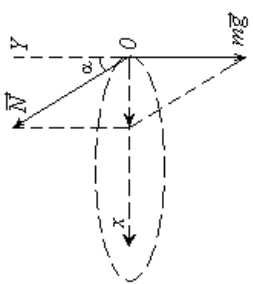
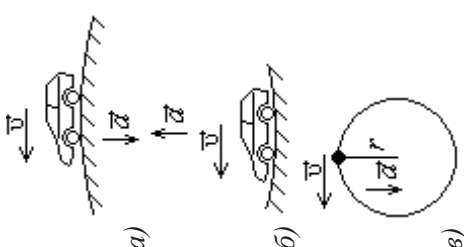
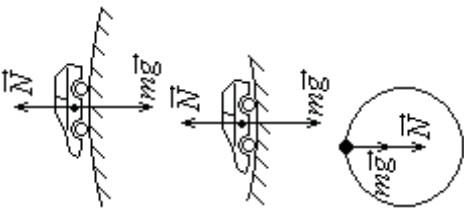
7. Рух конічного маятника й автомобіля на повороті описуються однаковими рівняннями.

8. Рух автомобіля через випуклий міст радіусом r і будь-якого тіла по колу, у вертикальній площині, під дією сили пружності описується однаковими рівняннями у векторній формі, але різними – у проекціях на вертикальну вісь координат.

Загальні методи розв'язування типових задач з теми «Закони Ньютона»

№ з/п	Ситуація	Діючі сили	Рівняння руху	
			у векторній формі	у проєкціях
1.		<p>a) </p> <p>б) </p>	$m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}$	<p>а) $X: ma = F$ $Y: O = N - mg$ б) $ma = F$</p>
2.			$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_{mp}$	$ma = F - F_{mp}$
3.	б) 		$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g}$	<p>а) $ma = F - mg$ б) $ma = F + mg$</p>

№ з/п	Ситуація	Діючі сили	Рівняння руху	
			у векторній формі	у проєкціях
4.			$\vec{m}\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} + \vec{F}_{mp}$	$X : ma = F - mg \sin \alpha - F_{mp}$ $F_{mp} = \mu N$ $Y : 0 = N - mg \cos \alpha$
5.			$\begin{cases} M\vec{a} = M\vec{g} + \vec{T} \\ M\vec{a} = M\vec{g} + \vec{T} + \vec{F} \\ ma = mg + F \end{cases}$ $\begin{cases} M\vec{a} = M\vec{g} + \vec{T} \\ (M + m)\vec{a} = \vec{T} + (M + m)\vec{g} \end{cases}$	$\begin{cases} Ma = T - Mg \\ Ma = Mg - T + F \\ ma = mg - F \end{cases}$ $\begin{cases} Ma = T - Mg \\ (M + m)a = (M + m)g - T \end{cases}$
6.			$m\vec{a} = \vec{F}$	$\frac{mv^2}{r} = \mu mg$ $\frac{mv^2}{r} = G - \frac{Mm}{r^2}$ $\frac{mv^2}{r} = kx$

№ з/п	Ситуація	Діючі сили	Рівняння руху	
			у векторній формі	у проєкціях
7.	 <p>а) б)</p>		$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$	$ \begin{aligned} X: ma &= mg \operatorname{tg} \alpha \\ Y: 0 &= N \cos \alpha - mg \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} = \frac{v^2}{rg} \end{aligned} $
8.	 <p>а) б) в)</p>		$m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g}$	$ \begin{aligned} \frac{mv^2}{r} &= mg - N \\ \frac{mv^2}{r} &= N - mg \\ \frac{mv^2}{r} &= N + mg \end{aligned} $

Дані табл. 1.4, де подано структурування способів розв'язування прикладних фізичних задач розділу «Механіка», свідчать про їхню універсальність.

Знання різних способів розв'язування прикладних фізичних задач сприяє ефективному формуванню в учнів фізичних понять, різнобічному й глибокому усвідомленню змісту навчального матеріалу, набуттю практичних умінь і навичок застосовувати фізичні закони та закономірності, створює умови для реалізації принципу політехнізму.

Таблиця 1.4

Часткові способи розв'язування прикладних фізичних задач

Способи розв'язування прикладних фізичних задач	Механіка			
	Розділи			
	Кінематика	Статика	Динаміка	Закони збереження
Координатний	+	+	+	
Векторний	+	+	+	
Графічний	+	+	+	+
Симетрії	+			+
Визначення центра мас		+	+	+
Віртуальних переміщень	+	+	+	+
Енергетичний	+	+	+	+
Подібності		+		+
Розмірностей	+	+	+	+
Аналогій		+		+

Організаційні форми розв'язування прикладних фізичних задач: типову або складну задачу розв'язує вчитель; аналіз умови задачі й відшукання розв'язку здійснюється колективно; учні після обговорення розв'язують задачу самостійно. Активність і самостійність учнів досить високі, але вони розв'язують задачі неодноразово. Вчитель слідкує за ходом розв'язування, консультує, звертає увагу на недоліки та помилки, допомагає їх виправити.

Добираючи задачі до уроку, потрібно визначити їхнє місце у його структурі, розмістити так, щоб кожна наступна включала елементи попередньої. Побудова логічних ланцюжків задач з урахуванням конкретних чинників (рівня фізичного мислення учнів, індивідуальних особливостей, змісту навчального матеріалу тощо) створює умови для ефективного навчання розв'язувати задачі. Однак, щоб сприятливі умови набули ще й статусу достатніх, треба використовувати високоякісні технології навчання. Прагнення якомога швидше одержати відповідь, нехтуючи вивченням умови задачі, аналізом її фізичного змісту та вірогідності одержаних результатів, не може

забезпечити надійність і високу якість навчального процесу. Результативність навчально-виховного процесу залежить від педагогічної компетентності вчителя, важливою складовою якої є професійні вміння. Поширеною є класифікація професійних умінь, запропонована Н. В. Кузьміною: гностичні, проектувальні, конструктивні, комунікативні, організаторські. Визначаючи основні функціональні компоненти інтелектуальної діяльності педагога, гностичну діяльність вона розглядає як одну з головних умов удосконалення роботи вчителя [23].

Відсутність практичних умінь розв'язувати задачі призводить до того, що навіть однотипні задачі сприймаються учнями розпорошено. Не усвідомлюючи загального алгоритму розв'язку, вони намагаються відшукати для кожної власний спосіб розв'язування, прагнуть запам'ятати результат. Кожну наступну однотипну задачу учень розглядає як нову. Продуктивність такої навчальної діяльності низька.

Один із суттєвих напрямів підвищення ефективності розв'язування фізичних задач полягає в поліпшенні організації навчальної діяльності вчителя і учнів. Важливо надавати увагу не стільки розв'язанню великої кількості задач, скільки формуванню узагальнених способів дій. Система задач має бути спрямована на розвиток відповідного стилю мислення.

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

Отже, за характером і методом дослідження виділяють *якісні* й *кількісні* фізичні задачі. Розв'язування *якісних* задач не передбачає використання математичного апарату. У *кількісних* результат ґрунтується на математичних перетвореннях й обчисленнях. За способом розв'язування задачі поділяються на *якісні*, *обчислювальні*, *графічні*, *експериментальні*. Залежно від рівня математичного апарату розрізняють *арифметичний*, *алгебраїчний* і *геометричний* способи розв'язування обчислювальних фізичних задач.

Успішне засвоєння фізичних понять, різнобічне й глибоке усвідомлення змісту навчального матеріалу, набуття практичних умінь і навичок застосовувати фізичні закони і закономірності у виробництві й техніці потребує оволодіння узагальненими методами, способами та прийомами розв'язування прикладних задач, ефективного застосування законів природи і техніки, наявності аналітичного мислення особистості.

РОЗДІЛ II. ДИДАКТИЧНІ ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ

2.1. ДИДАКТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

У процесі навчання учень не лише засвоює певну суму знань, а й пізнає навколишній світ, вступаючи з ним у активну взаємодію. Самостійне застосування фізичних знань, умінь і навичок вимагає високого рівня сформованості відповідних компетентностей.

Ефективним засобом формування предметних і ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики є розв'язування прикладних задач, що передбачає інтегровану дослідницьку й творчу діяльність особистості. У процесі розв'язування обчислювальних, експериментальних, дослідницьких і творчих задач найефективніше реалізується діяльнісний підхід до навчання.

Під час виконання експериментальних завдань в учнів формуються необхідні практичні вміння, дослідницькі навички, завдяки яким вони спроможні розв'язувати різноманітні пізнавальні завдання.

На рівні основної школи важливо навчити учнів спостерігати, описувати і пояснювати фізичні явища та процеси, вимірювати фізичні величини, розв'язувати якісні, експериментальні та розрахункові задачі, здійснювати дослідження під керівництвом учителя.

У старшій школі учні розв'язують текстові, експериментальні та комбіновані задачі, інтерпретують рівняння, формули, графіки, визначають функціональну залежність між фізичними величинами.

До недавнього часу навчання в школі взагалі і фізики, зокрема, було наукоцентричним. Нині концептуально важливим постає питання особистісно-орієнтованого, під яким розуміють не навчання фізики всіх і всьому, а кожного, з урахуванням особистісних якостей, здібностей, психологічних особливостей і нахилів. Особливо ефективним такий підхід є під час організації самостійної роботи учнів з добору, складання та розв'язування прикладних фізичних задач. Шлях, що призводить до досягнення мети, пролягає через диференціацію та індивідуалізацію навчання, а це передбачає добір задач і завдань для різнорівневих профільних груп учнів. Розв'язування фізичних задач постає предметом реалізації задачного підходу у викладанні та усвідомленні навчального матеріалу.

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'ятидесятирічну історію. У багатьох посібниках для вчителів, де висвітлено методичні аспекти розв'язування задач (П. О. Знаменський, С. Ю. Каменецький, В. П. 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 [17, 18, 25]. Складені прикладні задачі мають доповнювати 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. В. Пьоришкіна, 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 [28].

Аналізуючи теоретичний і практичний досвід із досліджуваної проблеми, можна зробити висновок, що використання завдань із складання прикладних фізичних задач у загальноосвітній школі на основі компетентнісного й діяльнісного підходів значно активізує мислення учнів, сприяє індивідуалізації процесу навчання, реалізації принципу політехнізму. Складаючи задачі, школярі розуміють їх генезис, логічну структуру, глибше усвідомлюють мотиваційну основу розв'язування задач і процесу навчання взагалі, що позитивно позначається на формуванні часткових та узагальнених умінь розв'язувати задачі, самостійно оволодівати навчальним матеріалом.

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

Формування фізичних знань і вмінь, а також закріплення, узагальнення й автоматизація практичних навичок досягається за допомогою спеціально сконструйованої системи прикладних завдань.

У науковій літературі пізнавальне завдання – це завдання, що передбачає «...пошук нових знань, формування практичних умінь, активне використання логічних зв'язків, відношень і доведень» [29; 165]. Система – «...цілісний об'єкт, елементи якого перебувають у певних взаємозв'язках. Відношення між елементами формують структуру системи» [30; 622]. 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.

Система прикладних завдань – це спеціально структурована сукупність взаємопов'язаних і взаємозалежних дидактичних одиниць прикладного змісту, що утворюють цілісну єдність і підпорядковані навчально-виховній меті.

Здійснивши систематизацію навчального матеріалу прикладного змісту, проаналізувавши закономірності його засвоєння учнями, узагальнивши результати спостережень та експериментального навчання, визначимо загальні вимоги до конструювання системи прикладних завдань з фізики: мета функціонування; цілісність; наявність різних типів завдань та зв'язків між ними для формування фізичних знань, умінь і навичок; ієрархічна підпорядкованість завдань; зв'язок з навчально-виховним середовищем старшої школи.

Побудова системи прикладних 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 застосування фізичних знань під час розв'язання пошукових завдань тощо.

У системі прикладних завдань, насамперед, передбачається 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: принцип цілісності (вплив складових системи на формування її цілісності); принцип науковості й доступності (найпростіші завдання є основою для побудови складніших); принцип систематичності (формування фізичних знань і умінь здійснюється систематично та цілеспрямовано); принцип творчої активності й самостійності (самостійне здобуття знань і розв'язування індивідуальних завдань); принцип зв'язку теорії з практикою (усвідомлення життєвої необхідності фізичних знань, розвиток розумового потенціалу дитини).

Охарактеризуємо кожен із них.

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

Представлення системи завдань як різномірневої 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 нижчого рівня є неподільною підсистемою із внутрішньою структурою.

Принцип науковості й доступності. Під час добору фізичних задач прикладного 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.А. Коменський сформулював кілька правил: у навчанні треба йти від близького до далекого, від простого до складного, від відомого до невідомого» [42; 84].

Рівень задач сконструйованої системи прикладних 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» [30; 259].

Специфічність фізико-математичного мислення полягає в тому, що його не можна сформулювати в межах однієї навчальної теми. Набуття фізичних знань і вмінь має здійснюватися постійно й систематично протягом 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 прикладних завдань. «Лише інтелектуальна система, що базується на сутності предметів, дає владу над нашими знаннями» [50; 355]. 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, тобто якість сукупності знань, що характеризується наявністю у свідомості структурно-функціональних зв'язків між їх різнорідними елементами здійснюється на основі виконання системи прикладних 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 картина світу.

Виконання прикладних 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 [5, 41, 42 та ін.].

Для успішного формування фізичних знань, умінь і навичок під час конструювання системи прикладних завдань важливо дотримуватися систематичності викладу навчального матеріалу з урахуванням внутрішньої логіки курсу фізики. Набуті учнями знання вибудовуються в певну систему.

Принцип творчої активності та самостійності. Самостійні завдання прикладного характеру мають бути спрямовані на здобуття глибоких фізичних знань і розвиток пізнавальних здібностей учнів. Варіативність типів, видів та змісту прикладних задач

забезпечує формування стійких практичних умінь і навичок. Ефективність самостійної роботи підвищується за умови її органічного включення до цілісного навчального процесу, систематичного, планомірного, індивідуального розв'язування задач прикладного змісту. Під час добору видів самостійної роботи, визначення її обсягу та змісту повинні дотримуватись основних дидактичних принципів.

Принцип зв'язку теорії з практикою. Можливість здійснення зв'язків між навчанням і практичною діяльністю учнів, посилення прикладної спрямованості змісту курсу фізики обумовлено такими чинниками: чисельні фізичні закони й закономірності широко 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 – неефективний без опори на фізико-математичні знання тощо.

Дотримуючись дидактичних, виховних і розвивальних цілей навчання, а також мети профільної підготовки старшокласників, визначимо вимоги до змісту прикладних задач з фізики: наявність в умові пізнавальної інформації про сучасне виробництво; відображення реальної виробничої ситуації; включення 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.

Добір і складання системи задач прикладного змісту сприяє досягненню основної навчальної мети – розширенню і поглибленню фізичних знань учнів. Про ієрархічну побудову системи прикладних 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 прикладних завдань. Типологізацію завдань можна здійснювати 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 умінь.

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 застосувати. Водночас, без необхідної кількості вправлень, умінь не може ефективно використовуватись у процесі розв'язання творчих завдань [32, 33, 36, 37, 38].

Добір і складання прикладних 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).

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 вихідними та шуканими величинами, містила точні числові значення і терміни.

Особливе значення в задачі належить запитанням. Від того, як вони сформульовані, залежить розуміння сутності за дачної ситуації. Аналіз умови, правильна постановка запитання забезпечує загальний успіх розв'язування. Основні вимоги до формулювання запитання: доступність (відповідь дається, 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, постановка лише однієї проблеми; у змісті запитання не повинно бути елементів розв'язку.

Наведемо різні методичні прийоми складання фізичних задач: використання готових 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.

Послідовність задач має відповідати певній системі, встановлювати зв'язок навчального матеріалу з вивченим, а також слідувати принципу поступового підвищення складності. Тематика вибраних сюжетів має стимулювати інтерес учнів до розв'язування фізичних задач.

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 робота, 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.

Цілісна система прикладних 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.

Отже, ефективне засвоєння фізичних знань, формування практичних умінь і навичок здійснюється в процесі виконання учнями системи прикладних завдань з фізики, що базується на загальнодидактичних принципах. Різні види задач, практичних і лабораторних робіт відображають пізнавальну та практичну сторони фізичних знань й умінь, етапи їх формування на репродуктивному, частково-пошуковому та творчому рівнях і передбачають застосування варіативних способів діяльності.

2.2. ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ТА ЯКІСНІ ЗАДАЧІ ВИРОБНИЧОГО ХАРАКТЕРУ

Навчання фізики здійснюється за природничо-математичним, суспільно-гуманітарним, філологічним, технологічним, художньо-естетичним, спортивним і загальноосвітнім напрямками, що конкретизуються в окремі профілі: фізичний, математичний, фізико-математичний, хіміко-технологічний, біолого-хімічний, економічний, інформаційно-технологічний тощо [47].

Зміст навчальних розділів фізики повинен відповідати вибраному профілю навчання: суспільно-гуманітарний, художньо-естетичний, мовно-літературний, спортивний (рівень стандарту); технологічний, математичний, біолого-фізичний та загальноосвітній (академічний); фізичний, фізико-математичний, фізико-технічний, біолого-фізичний, фізико-хімічний, а також технологічний, якщо фізика в ньому відіграє роль базового навчального предмета (профільний) [51].

В окремих навчальних планах передбачено навчання фізики на рівні, що розширює зміст рівня стандарту, або академічного. Вивчення фізики за цими напрямками має суттєві розбіжності, що пов'язано з характером навчання і повинно бути відображено у змісті навчальних розділів. Особливості певного профілю і конкретного контингенту учнів реалізуються шляхом організації самостійної, індивідуальної та позакласної роботи.

Для поглиблення фізико-математичних знань учнів варто практикувати індивідуальні завдання, що пов'язані з економічними розрахунками, обчисленням площ, об'ємів приміщень, зерносховищ, бургтів картоплі, буряків, виконання лабораторних і практичних робіт сільськогосподарського спрямування.

Подаємо приклади задач з фізики, об'єднаних сільськогосподарською тематикою [21, 22].

Тема. *Густина речовини*

Задача. Щоб визначити процентний вміст крохмалю в картоплі, треба знати її густину. Визначте кількість крохмалю в картоплі, $18 \times 10^{-3} \text{ м}^3$ якої мають масу 19,8 кг, користуючись даними табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Густина, $\times 10^3 \text{ кг/м}^3$	Вміст крохмалю, %
1,08	14,0
1,10	18,0
1,12	22,5
1,15	29,0

Дано:

$$V = 18 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$m = 19,8 \text{ кг}$$

$$\rho = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{19,8 \text{ кг}}{18 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 1,10 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Потім за таблицею визначаємо кількість крохмалю в картоплі.

Відповідь. Вміст крохмалю складає 13,0%.

Задача. Скільки зерна перевезуть на тік 6 автомобілів за один раз із об'ємом кузова 5 м^3 , якщо його густина складає 700 кг/м^3 ?

Дано:

$$n = 6 \text{ авт.}$$

$$V_1 = 5 \text{ м}^3$$

$$\rho = 700 \text{ кг/м}^3$$

$$m = ?$$

$$S = \frac{m_1}{V_1},$$

$$m_1 = \rho \cdot V_1$$

де m_1 – маса зерна, яку перевозить автомобіль за один раз

$m = m_1 \cdot n = \rho \cdot V_1 \cdot n$

$$m = 700 \text{ кг/м}^3 \cdot 5 \text{ м}^3 \cdot 6 = 21000 \text{ кг} = 21 \cdot 10^3 \text{ кг} = 2,1 \cdot 10^4 \text{ кг.}$$

Відповідь. Перевезуть $2,1 \cdot 10^4 \text{ кг}$ зерна.

Тема. Залежність швидкості руху атомів і молекул від температури тіла

Задача. Наприкінці такту стискування в дизельних двигунах сучасних тракторів під час нагрівання тиск досягає $3,5 \text{ МПа}$. Вирозити його в атмосферах.

Відповідь. $P = 35 \text{ атм.}$

Тема. Механічний рух. Прямолінійний рівномірний рух. Швидкість

Під час вивчення теми «Механічний рух» крім інформації, що міститься в підручнику, корисно навести приклади максимальних й оптимальних швидкостей сільськогосподарських машин – тракторів, комбайнів.

Практичне застосування законів механіки в процесі роботи машин і механізмів можна розглянути на конкретних прикладах сільськогосподарського виробництва.

Наприклад, після вивчення криволінійного руху доцільно поставити запитання: «Як комбайнер має забезпечити ефективну роботу комбайна під час збирання врожаю колоскових культур?»

Для кращого засвоєння залежності між такими фізичними величинами як шлях, час і швидкість, варто запропонувати старшокласникам такі задачі:

Задача. Транспортёр ТК–ББ, яким роздають тваринам корм, рухається із швидкістю $1,5 \text{ м/с}$. Відстань до крайньої тварини – 80 м . Визначити час, за який буде роздано корм.

Застосування транспортера значно полегшує працю працівників тваринницької ферми. Визначивши час, протягом якого передається корм тваринам, учні переконуються, що транспортером роздача кормів здійснюється набагато швидше.

Крім цього, школярі самостійно складають задачі, використовуючи технічні характеристики того або іншого сільськогосподарського агрегата.

Велику цінність мають якісні задачі, що розвивають фізико-математичне мислення учнів, кмітливість, самостійність, виховують волю, наполегливість, інтерес до праці, ілюструють застосування фізичних знань на практиці.

Розв'язування задач подібного змісту дає змогу вчителю не лише продемонструвати практичне застосування фізичних формул, а й навчити учнів розуміти сутність природничо-технологічних процесів, виконувати параметричні обчислення, необхідні механізаторам, ознайомити їх з деякими сільськогосподарськими машинами.

Наприклад, *задача*. Чи однакові шляхи проходять праві та ліві колеса автомобіля під час поворотів?

Відповідь. Під час правого повороту більший шлях проходить ліве колесо, а лівого – праве.

Задача. Здійснюється механізований збір урожаю. Із бункера комбайна зерно висипається в кузов автомобіля. З якою швидкістю повинен рухатися автомобіль?

Відповідь. Із швидкістю комбайна.

Задача. Автомобіль від'їжджає від зупинки і за 15 с долає 50 м, а за наступну хвилину – ще 700 м. Визначити середню швидкість руху?

Дано:

$$\left. \begin{array}{l} t_1 = 15 \text{ с} \\ S_1 = 50 \text{ м} \\ t_2 = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с} \\ S_2 = 700 \text{ м} \\ \hline V_c - ? \end{array} \right| \begin{array}{l} V_c = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} \\ S = S_1 + S_2 \\ t = t_1 + t_2 \end{array} \left| \begin{array}{l} V_c = 10 \text{ м/с} \end{array} \right.$$

Відповідь. 10 м/с.

Задача. Автомобіль і комбайн, що збирає зерно, рухаються полем прямолінійно, певний час відстань між ними не змінюється. Відносно яких тіл кожен з них знаходиться в русі та стані спокою?

Відповідь. Один відносно одного вони знаходяться у стані спокою. Рухаються відносно скошених валків пшениці, країв поля, трансформаторної підстанції та ін.

Задача. Транспортёр комбайна «Нива» рухається рівномірно із швидкістю 2,8 м/с. Визначити, на яку відстань переміститься за 0,3 с порція колосків, скошена комбайном.

Відповідь. Порція колосків переміститься на 0,84 м.

Задача. Трактор Т-150 рухається вгору із швидкістю 2,4 м/с 2 хвилини 30 с. Яка довжина підйому?

Відповідь. $S = 360 \text{ м}$.

Задача. Хлопчик рухається із швидкістю 5,4 км/год. Скільки кроків він зробить, долаючи відстань 54 м і витрачаючи на один крок 0,6 с?

Дано:

$$\left. \begin{array}{l} V = 54 \text{ км/год} = 1,5 \text{ м/с} \\ S = 54 \text{ м} \\ t = 0,6 \text{ с} \\ \hline n - ? \end{array} \right| \begin{array}{l} n = \frac{S}{S_1} \\ S_1 = V \cdot t \\ n = \frac{S}{V \cdot t} \end{array} \left| \begin{array}{l} n = \frac{54 \text{ м}}{1,5 \text{ м/с} \cdot 0,6 \text{ с}} = \frac{54 \text{ м}}{0,9 \text{ м}} = \\ = 60 \end{array} \right.$$

Відповідь. Хлопчик зробить 60 кроків.

Задача. Ланка з трьох комбайнів за рахунок розвантаження бункерів під час руху за робочий день економить 2–3 год. часу і намолочує додатково 300–350 ц зерна. З якою швидкістю повинен рухатись автотранспорт, щоб забезпечити ефективну роботу комбайнів?

Відповідь. Автомобіль під час розвантаження бункера має рухатись із швидкістю комбайна і за час його наповнення встигнути повернутися.

Задача. Інженери-конструктори повинні розраховувати й узгоджувати траєкторії та закони руху окремих частин машин і механізмів, напрямки та величини їх швидкостей. Чому?

Відповідь. Щоб уникнути розвалу машин на окремі складові, зберегти їхню цілісність.

Задача. Наведіть приклади (з сільськогосподарського виробництва) відносного руху тіл або їх частин.

Задача. Водій автомобіля недалеко від машини помітив перешкоду. Що треба зробити, щоб запобігти аварії: загальмувати чи повернути?

Відповідь. Враховуючи те, що кожен автомобіль має гальмівний шлях, потрібно повернути вбік.

Задача. Поясніть, як відбувається очищення і сортування зерна.

Відповідь. Очищення і сортування зерна здійснюють за допомогою зернопультів, що складаються із засипного ковша, натяжного барабана, рухомої стрічки, ведучого барабана та електродвигуна. Залежно від маси очищувану суміш розділяють на повноцінне зерно; зерно з дрібними домішками; легкі домішки. Під час вильоту із зернопультів з однаковою швидкістю чисте зерно пролетить найбільший шлях, легкі домішки – найменший.

Задача. Похилою площиною елеватора, протягом 5 с зсовується зерно з середньою швидкістю 4 м/с. Яка довжина транспортера?

Відповідь. $l = 20$ м.

Задача. Як за висотою звуку можна визначити частоту обертів двигуна?

Відповідь. Зі збільшенням кількості обертів двигуна висота звуку – вища.

Задача. Які частини автомобіля або трактора коливаються під час роботи двигуна на зупинці? Під час руху?

Відповідь. Під час роботи двигуна коливаються:

а) на зупинці – частини кузова автомобіля, його рама, кабіна та ін.;

б) під час руху – ті ж частини, що й на зупинці та ходова складова автомобіля або трактора.

Задача. Потрібно перевезти 56 т картоплі, густина якої 700 кг/м^3 . Скільки потрібно для цього автомобілів, якщо об'єм кузова – 4 м^3 ?

Дано:

$$m = 56 \text{ т} = 56000 \text{ кг}$$

$$\rho = 700 \text{ кг/м}^3$$

$$V_1 = 4 \text{ м}^3$$

$$n = ?$$

$$n = \frac{V}{V_1}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$n = \frac{\frac{m}{\rho}}{V_1} = \frac{m}{\rho \cdot V_1}$$

$$n = \frac{56000 \text{ кг}}{700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 4 \text{ м}^3} = \frac{56000 \text{ кг}}{2800 \text{ кг}} = 20$$

Відповідь. Потрібно 20 автомобілів.

Тема. Рух і взаємодія тіл

Задача. Автомашина з причепом повинна перевезти важкий тракторний двигун. Куди його вигідніше помістити – в кузов чи на причеп? Чому?

Відповідь. У кузов. Вага кузова з тракторним двигуном буде більшою за вагу причепа, отже, сила тертя між колесами кузова та землею буде більшою за силу тертя між причепом і дорогою. Сила зчеплення більша для ведучих коліс автомобіля, що вигідніше під час транспортування тяжких вантажів.

Задача. Колесо автомобіля буксує. Куди направлені:

а) сила тертя ковзання між ним і дорогою;

б) сила пружності дороги?

Відповідь: а) по дотичній до колеса у напрямку протилежному руху;

б) вертикально вгору, перпендикулярно до дороги.

Задача. Чи однакову енергію витрачає автомобіль, рухаючись сипучим піском і твердим покриттям?

Відповідь. Рухаючись сипучим піском, більшу, тому що в цьому випадку сила опору більша і на її подолання витрачається більше енергії.

Задача. Що швидше спрацює колесо чи гальмо, якщо вони виготовлені з однакового матеріалу? Чому?

Відповідь. Гальмо, тому що сила тертя спокою (гальмо) більша сили тертя ковзання (колесо).

Задача. Вантаж масою 1 кг під дією сили 30 Н піднімається вертикально вгору на висоту 5 м . Чому дорівнює робота цієї сили? ($g \approx 10 \text{ м/с}^2$)

Відповідь. 150 Дж .

Задача. Під'їхавши до мосту, водій автомобіля «КРАЗ» не побачив дорожнього знака «15 т!». Чи порушив він правила руху, переїхавши міст, якщо вага автомобіля 117600 Н ?

Відповідь. Ні. $m = \frac{p}{g} = \frac{117600 \text{ Н}}{10 \text{ м/с}^2} = 11760 \text{ кг} < 15 \text{ т}$

Задача. На три вози навантажили 990 кг зерна. На перший і другий разом – 680 кг, а на другий і третій – 640 кг. Яка вага зерна на першому і третьому возі окремо?

Дано:

$m = 990 \text{ кг}$ $m_{1,2} = 680 \text{ кг}$ $m_{2,3} = 640 \text{ кг}$ $g \approx 10 \text{ Н/кг}$ $P_1 - ? P_3 - ?$	$P_1 = m_1 \cdot g$ $P_3 = m_3 \cdot g$ $m = m_{1,2} + m_3$ $m = m_{2,3} + m_1$ $m_3 = m - m_{1,2}$ $m_1 = m - m_{2,3}$ $P_1 = (m - m_{2,3}) g$ $P_3 = (m - m_{1,2}) g$	$P_1 = (990 \text{ кг} - 640 \text{ кг}) \cdot 10 \text{ Н/кг} =$ $= 350 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 3500 \text{ Н}$ $P_3 = (990 \text{ кг} - 680 \text{ кг}) \cdot 10 \text{ Н/кг} =$ $= 310 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 3100 \text{ Н}$
--	--	--

Відповідь. $P_1 = 3500 \text{ Н}; P_3 = 3100 \text{ Н}.$

Задача. Наведіть приклади застосування важелів у побуті й техніці. Накресліть схему одного з них, укажіть точку опори і плечі прикладених сил. Який вигравш у силі дає намальований вами важіль?

Задача. Під час швидкого посіву вимагається, щоб поверхня оброблюваного ґрунту не мала поперечних борозен. Доведіть.

Задача. За який час водій перевезе 98,0 т зерна, рухаючись із середньою швидкістю 61,2 км/год, якщо об'єм кузова – 7 м³, густина зерна – 700 кг/м³, а відстань до току – 1,7 км?

Дано:

$m = 98,0 \text{ т} = 98000 \text{ кг}$ $v_c = 61,2 \text{ км/год} = 17 \text{ м/с}$ $V = 7 \text{ м}^3$ $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$ $S_l = 1,7 \text{ км} = 1700 \text{ м}$ $t - ?$	$m_l = \rho \cdot V$, де m_l – маса зерна, що перевозиться за одну ходку $\frac{m}{m_l} = n$, де n – кількість ходок $S = S_1 + 2(n-1)S_1 = S_1(1 + 2n-2) = (2n-1)S_1$ $t = \frac{S}{V_c} = \frac{(2n-1)S_1}{V_c} = \frac{\left(2\frac{m}{m_l} - 1\right) S_1}{V_c} =$ $= \frac{\left(2\frac{m}{\rho V} - 1\right) S_1}{V_c} = \frac{\left(2\frac{98000 \text{ кг}}{700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 7 \text{ м}^3} - 1\right) 1700 \text{ м}}{17 \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$ $= \frac{2(20-1)100}{1} \text{ с} = 3800 \text{ с}$
---	---

Відповідь. $t = 3800 \text{ с}.$

Тема. *Механічна робота. Потужність*

Задача. Універсальний колісний трактор МТЗ–80 може виконувати різноманітні сільськогосподарські роботи із швидкостями від 9 до 15 км/год, а транспортні – 33 км/год. На тракторі встановлено дизельний двигун Д–240 потужністю 60 кВт. Яку силу тяги він розвиває?

Дано:

$$\begin{aligned} V_{\text{minc}} &= 9 \text{ км/год} \approx 1,7 \text{ м/с} \\ V_{\text{maxc}} &= 15 \text{ км/год} \approx 4 \text{ м/с} \\ V_{\text{mp}} &= 33 \text{ км/год} \approx 9,1 \text{ м/с} \\ N &= 60 \text{ кВт} = 60000 \text{ Вт} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{m. minc}} &- ? \quad F_{\text{m. maxc}} &- ? \\ F_{\text{m. mp}} &- ? \end{aligned}$$

V_{minc} – мінімальна швидкість для сільськогосподарських робіт;

V_{maxc} – максимальна швидкість для сільськогосподарських робіт;

V_{mp} – швидкість для транспортних робіт;

$F_{\text{m. minc}}$ – сила тяги, яку він розвиває при V_{minc} ;

$F_{\text{m. maxc}}$ – сила тяги, яку він розвиває при V_{maxc} ;

$F_{\text{m. mp}}$ – сила тяги, яку він розвиває при V_{mp} .

$$N = F_m \cdot V; \quad F_m = \frac{N}{V}; \quad F_{\text{m. maxc}} = \frac{N}{V_{\text{maxc}}};$$

$$F_{\text{m. minc}} = \frac{N}{V_{\text{minc}}}; \quad F_{\text{m. mp}} = \frac{N}{V_{\text{mp}}};$$

$$F_{\text{m. minc}} = \frac{60000 \text{ Вт}}{1,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 35300 \text{ Н} = 35,3 \text{ кН};$$

$$F_{\text{m. maxc}} = \frac{60000 \text{ Вт}}{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 15000 \text{ Н} = 15 \text{ кН};$$

$$F_{\text{m. mp}} = \frac{60000 \text{ Вт}}{9,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 6700 \text{ Н} = 6,7 \text{ кН}$$

Відповідь. $F_{\text{m. maxc}} = 35,3 \text{ кН}$; $F_{\text{m. minc}} = 15 \text{ кН}$; $F_{\text{m. mp}} = 6,7 \text{ кН}$.

Задача. Яку роботу потрібно виконати, піднімаючи 800 кг зерна на висоту 2 м?

Відповідь. $A = 16 \text{ кДж}$.

Задача. Трактор Т–40М розвиває номінальну потужність 36,8 кВт. Яку роботу він може виконати за 1 год?

Дано:

$$\begin{aligned} N &= 36,8 \text{ кВт} = 36800 \text{ Вт} \\ t &= 1 \text{ год} = 3600 \text{ с} \end{aligned}$$

$$A - ?$$

$$\begin{aligned} A &= N \cdot t \quad A = 36800 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 132480000 \text{ Дж} = \\ &= 132,48 \text{ МДж} \end{aligned}$$

Відповідь. $A = 132,48 \text{ МДж}$.

Задача. Самохідна шестирядна машина РКС–6, призначена для збирання буряків, комплектується двигуном з номінальною потужністю 25000 Вт. Яку роботу вона може виконати за 1 годину?

Задача. Трактор типу Т-150 розвиває корисну потужність 72 кВт. З якою швидкістю він може тягнути рівномірно і прямолінійно причеп, якщо сила опору складає 6 кН?

Дано:

$N = 72 \text{ кВт} = 72000 \text{ Вт}$ $F = 6 \text{ кН} = 6000 \text{ Н}$ $V = ?$	$N = F_m \cdot V$, де F_m – сила тяги $F_m = F$ (рух рівномірний) $N = F \cdot V; V = \frac{N}{F}$	$V = \frac{72000 \text{ Вт}}{6000 \text{ Н}} = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
---	--	--

Відповідь. $V = 12 \text{ м/с}$.

Задача. Яке значення для режиму роботи трактора має залежність між фізичними величинами $N = F \cdot V$?

Відповідь. Максимально використана потужність трактора залежить від вибору необхідної швидкості за певної сили тяги.

Задача. Одним возом було перевезено _____ т буряків на 20 км за 5 хв 3,8 с, а іншим на ту ж відстань перевезли _____ т буряків за _____ с. Знайти корисні потужності коней, якщо коефіцієнт опору складає 0,01? (Дані для задачі візьміть у місцевому фермерському господарстві).

Дано:

$m_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ $S_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ $t_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ $S_2 = S_1$ $m_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ $t_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ $\mu = 0,01$ $N_1 = ?, N_2 = ?$	$N = F_m \cdot V;$ $N_1 = F_{m1} \cdot V_1; N_2 = F_{m2} \cdot V_2;$ $F_{m1} = \mu m_1 g; F_{m2} = \mu m_2 g;$ $S_1 = S_2 = S; V_1 = \frac{S_1}{t_1} = \frac{S}{t_1}; V_2 = \frac{S_2}{t_2} = \frac{S}{t_2};$ $N_1 = \mu m_1 g \frac{S}{t_1}; N_2 = \mu m_2 g \frac{S}{t_2}$	$N_1 =$ $N_2 =$
---	--	--------------------

Відповідь. $N_1 = \underline{\hspace{2cm}}; N_2 = \underline{\hspace{2cm}}$.

Задача. Для забезпечення тваринницьких ферм водою потрібен насос, який би піднімав щогодини 10,8 м³ води з глибини 20 м. Якої потужності треба взяти електронасос, якщо його ККД становить 42%?

Дано:

$t = 1 \text{ год} =$ $= 3600 \text{ с}$ $V = 10,8 \text{ м}^3$ $h = 20 \text{ м}$ $\text{ККД} = 42\%$ $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ $N = ?$	$\text{ККД} = \frac{A_{\text{к}}}{A_3} 100\%$ де $A_{\text{к}}$ – корисна робота, $A_{\text{к}} = N \cdot t$, A_3 – затрачена робота, $A_3 = mhg = \rho Vgh$ $0,42 = \frac{N \cdot t}{\rho Vgh}; N = \frac{0,42 \rho Vgh}{t}$	$N = \frac{0,42 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10,8 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20 \text{ м}}{3600 \text{ с}} =$ $= 24700 \text{ Вт}$
--	---	---

Відповідь. 24,7 кВт.

Задача. Автомобіль КамАЗ проїхав 80 км за 1 год. Двигун розвивав середню потужність 70 кВт при ККД – 25%. Яка сила тяги двигуна?

Дано:

$S = 80 \text{ км} = 80000 \text{ м}$ $t = 1 \text{ год} = 3600 \text{ с}$ $N = 70 \text{ кВт} = 70000 \text{ Вт}$ $\text{ККД} = 25\%$	$\text{ККД} = \frac{A_k}{A_3} 100\%$ $A_k = N \cdot t$ $A_3 = F_T \cdot S$ $0,25 = \frac{Nt}{F_T \cdot S}; F_T = \frac{N \cdot t}{0,25S}$	$F_T = \frac{70000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с}}{0,25 \cdot 80000 \text{ м}} =$ $= 12600 \text{ Н} = 12,6 \text{ кН}$
$F_T - ?$		

Відповідь. $F_T = 12,6 \text{ кН}$.

Задача. Транспортер, який використовують на тваринницьких фермах, має такі основні характеристики: продуктивність становить 12 т/год; коефіцієнт корисної дії – 0,35. Розрахувати потужність електродвигуна, який треба використати, якщо висота піднімання вантажів – 2,0 м.

Дано:

$\frac{m}{t} = 3,3 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ $\text{ККД} = 0,35$ $h = 2,0 \text{ м}$ $g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$	$\text{ККД} = \frac{A_k}{A_3} 100\%;$ $A_k = N \cdot t;$ $A_3 = mgh;$ $0,35 = \frac{Nt}{mgh};$ $N = \frac{0,35 \cdot mgh}{t}$	$N = 0,35 \cdot 3,3 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ м} = 22,7 \text{ Вт}$
$N - ?$		

Відповідь. $N = 22,7 \text{ Вт}$.

Задача. Які перетворення механічної енергії відбуваються під час висипання зерна з бункера комбайна в кузов автомобіля?

Тема. *Внутрішня енергія та способи її зміни. Кількість теплоти*

Під час ознайомлення учнів з поняттям «теплова рівновага» як приклад можна навести рівняння енергетичного балансу на межі розділу ґрунт-повітря. За законами збереження кількість енергії, яку отримує ґрунт разом із рослинним покриттям, дорівнює енергії, яку він віддає шляхом нагрівання нижніх шарів, «турбулентного» обміну з атмосферою, радіаційного випромінювання, випаровування:

$$Q_{\text{гр.}} = Q_{\text{н.ш.}} + Q_{\text{турб.}} + Q_{\text{рад.}} + Q_{\text{вип.}}$$

У процесі вивчення теми «Внутрішня енергія та способи її зміни» вчитель на уроках, заняттях фізичного гуртка або під час проведення екскурсій може навести приклади застосування фізичних законів і явищ у різних галузях сільськогосподарського виробництва.

Зазначимо, що знання законів фізики та їх практичне застосування значною мірою сприяє зростанню продуктивності праці, підвищенню її ефективності. Наприклад, для продуктивності тваринництва важливе значення має дотримання відповідного теплового режиму в приміщеннях. Чистота та температура повітря – важливі фактори нормального розвитку тварин. Стіни, стеля та інші конструкції мають бути теплоізолюючими й вологостійкими. Вирішити це завдання можна лише за умови врахування відповідних фізичних властивостей різних будівельних матеріалів.

На тваринницьких фермах тепла енергія використовується для приготування кормів, пастеризації молока, обігріву й вентиляції приміщень, дезінфекції посуду та інших технологічних потреб.

Запропонуємо учням розв'язати такі задачі.

Задача. Чому зволожений ґрунт промерзає на меншу глибину, а вологі предмети замерзають і руйнуються швидше?

Відповідь. Вода і лід мають погану теплопровідність, тому зволожений ґрунт промерзає на меншу глибину.

Задача. Відомо, що вода у водоймах розпочинає замерзати зверху, утворюючи щодалі товщий шар льоду, а в металевій посудині – одночасно з усіх сторін. Як це можна пояснити?

Відповідь. Температура дна водойми вища, ніж поверхні води взимку, а в металевій посудині з усіх сторін однакова.

Задача. Чому сніг добре захищає ґрунт від промерзання?

Відповідь. Сніг містить дуже великий об'єм повітря, що має погану теплопровідність.

Задача. Чому щільний вологий ґрунт має значно більшу теплопровідність, ніж сухий і пористий?

Відповідь. Сухий і пористий ґрунт містить більше повітря, яке погано проводить тепло, а щільний вологий – менше.

Задача. Чому, коли ввечері в повітрі туман, то вночі заморозку не буде?

Відповідь. Туман складають крапельки сконденсованої водяної пари, що супроводжується виділенням енергії.

Задача. Які ґрунти краще прогріваються сонячними променями чорноземні чи підзолисті?

Відповідь. Чорноземні, тому що в них вищий коефіцієнт поглинання сонячної енергії.

Задача. Щоб утеплити парники, використовують солом'яне, паперове або паралонне покриття. Для чого це роблять?

Відповідь. У цих матеріалів погана теплопровідність.

Задача. Чому рослини дозрівають швидше тоді, коли вони розміщені поблизу кам'яної огорожі з південної сторони?

Відповідь. Унаслідок великої теплоємності кам'яна огорожа довго зберігає тепло і навіть у похмуру погоду підігріває розміщені поблизу рослини, а також відбиває на рослину світлові промені.

Задача. Як відбувається теплообмін між ґрунтом і повітрям?

Відповідь. За законами збереження кількість енергії, яку отримує ґрунт разом із рослинним покриттям, дорівнює енергії, яку він втрачає шляхом нагрівання нижніх шарів, турбулентного обміну з атмосферою, радіаційного випромінювання, випаровування тощо.

Задача. Чи змінюється внутрішня енергія таких тіл:

- а) гальмівної колодки під час тертя об обід;
- б) плуга під час оранки.

Відповідь. а) збільшується за рахунок виконаної роботи силами тертя;

б) збільшується, внаслідок тертя плуга об землю.

Задача. Поверхня ґрунту щосекунди отримує понад 230 Дж сонячної енергії. Скільки енергії вона отримає за добу? Місяць? Рік?

Дано:

$Q_0 = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$	$Q_1 = Q_0 t_1 = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot 86400 \text{ с} = 19,9 \text{ МДж}$
$t_0 = 1 \text{ с}$	$Q_2 = Q_0 t_2 = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot 2592000 \text{ с} = 596,2 \text{ МДж}$
$t_1 = 86400 \text{ с}$	$Q_3 = Q_0 t_3 = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot 31536000 \text{ с} = 7253,3 \text{ МДж}$
$t_2 = 2592000 \text{ с}$	
$t_3 = 31536000 \text{ с}$	
$Q_1 - ?; Q_2 - ?; Q_3 - ?$	

Відповідь. $Q_1 = 19,9 \text{ МДж}; Q_2 = 596,2 \text{ МДж}; Q_3 = 7253,3 \text{ МДж}.$

Задача. На скільки зміниться внутрішня енергія води в системі охолодження трактора під час нагрівання від 15°C до 80°C , якщо загальна маса води в системі 30 кг?

Відповідь. $Q = 0,82 \cdot 10^7 \text{ Дж}.$

Задача. На молочних фермах для охолодження молока широко застосовуються напівпровідникові холодильники, впродовж години холодильник охолоджує 60 л молока на 13°C , відібравши 800 Ккал енергії. Яка питома теплоємність молока, якщо його густина 1032 кг/м^3 ?

Дано:

$V = 60 \text{ л} = 60 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$	$Q = mc(t_2 - t_1)$	$c = \frac{33,44 \cdot 10^5 \text{ Дж}}{1032 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 13^\circ\text{C}} = 4154 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
$\Delta t = 13^\circ\text{C}$	$\Delta t = t_2 - t_1$	
$\rho = 1032 \text{ кг/м}^3$	$m = \rho \cdot V$	
$Q = 800 \text{ Ккал} = 8 \cdot 10^5 \text{ кал} = 33,44 \cdot 10^5 \text{ Дж}$	$Q = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta t$	
$1 \text{ кал} = 4,18 \text{ Дж}$	$c = \frac{Q}{m \Delta t} = \frac{Q}{\rho V \Delta t}$	
$c - ?$		

Відповідь. $c = 4154 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}.$

Задача. У пастеризаторі за годину нагрівається певна кількість вершків від 20°C до 80°C , на що витрачається 70000 Ккал. Питома теплоємність вершків $0,83$ кал/г $\cdot^{\circ}\text{C}$. Яка кількість вершків нагрівається в пастеризаторі?

Відповідь. $m = 1405$ кг.

Задача. Яку кількість дистильованої води можна отримати, якщо спалити 20 кг сухих дров? ККД перегінного куба становить 35% , а початкова температура води -6°C ?

Дано:

$$\text{ККД} = 35\%$$

$$t_1 = 60^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 1000^{\circ}\text{C}$$

$$m_2 = 20 \text{ кг}$$

$$\gamma = 1,42 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$c = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$m_1 - ?$$

$$\text{ККД} = \frac{Q_{\text{к}}}{Q_{\text{з}}} 100\%;$$

$$Q_{\text{к}} = m_1 c \cdot (t_2 - t_1);$$

$$Q_{\text{з}} = m_2 \cdot \gamma;$$

$$0,35 = \frac{m_1 c \cdot (t_2 - t_1)}{m_2 \cdot \gamma}$$

$$m_1 = \frac{0,35 \cdot m_2 \cdot \gamma}{c \cdot (t_2 - t_1)}$$

$$m_1 = \frac{0,35 \cdot 20 \text{ кг} \cdot 1,42 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{94^{\circ}\text{C} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}}$$

$$m_1 = 25,17 \text{ кг}$$

Відповідь. $m_1 = 25,17$ кг.

Задача. На тваринницьких фермах для нагрівання води використовують кормозапарники, що постачають перегріту пару. Скільки пари температурою 104°C потрібно пропустити через змійовик кип'ятильника, щоб нагріти 200 л води від 15°C до 92°C ? Припустимо, що температура води, яка витікає із змійовика, має таку ж температуру, а ККД -75% .

Відповідь. $27,89$ кг.

Задача. Теплиця обігрівается за допомогою цегляної печі масою 3 т. Яку кількість вугілля треба спалити, щоб нагріти її від 20°C до 80°C , якщо питома теплоємність цегли $0,2$ ккал/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$, а корисно витрачається лише 20% виділеної теплоти?

Дано:

$$m_1 = 3 \text{ т} = 3000 \text{ кг}$$

$$t_1 = 200^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 800^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ККД} = 20\%$$

$$c = 0,2 \text{ ккал/кг} \cdot ^{\circ}\text{C} =$$

$$= 836 \text{ Дж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$\gamma = 2,94 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$m_2 - ?$$

$$\text{ККД} = \frac{Q_{\text{к}}}{Q_{\text{з}}} 100\%;$$

$$Q_{\text{к}} = m_1 c \cdot (t_2 - t_1);$$

$$Q_{\text{з}} = m_2 \cdot \gamma;$$

$$0,2Q_{\text{з}} = Q_{\text{к}};$$

$$m_2 = \frac{m_1 c \cdot (t_2 - t_1)}{0,2 \cdot \gamma}$$

$$m_2 = \frac{3000 \text{ кг} \cdot 836 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 60^{\circ}\text{C}}{0,2 \cdot 2,94 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}$$

$$m_2 = 25,6 \text{ кг}$$

Відповідь. $m_2 = 25,6$ кг.

Тема: *Тиск твердих тіл, рідин і газів*

У практиці дуже часто доводиться мати справу з таким фізичним явищем як тиск. Завдяки вдалому використанню різних конструкцій, що створюють, великий або, навпаки, малий тиск, вдається виконувати найрізноманітніші операції як у землеробстві, так і в інших галузях сільського господарства.

Збільшення відношення діючої сили до площі використовується в жатках, силосорізках, січкарнях, машинах для заготівлі кормів тощо.

Під час вивчення теми «*Тиск твердих тіл, рідин і газів*», колилюструється практичне застосування закону Паскаля в доільних агрегатах, тракторах, автомобілях, розглядається будова металевого манометра, учнів ознайомлюють із професіями водія і майстра машинного доіння.

У тракторах і сільськогосподарських машинах широко застосовується гідромеханічне обладнання, принцип роботи якого базується на основі положень закону Паскаля. Проаналізувавши роботу сільськогосподарських механізмів, учні усвідомлюють не лише практичне значення фізичних знань, а й їхню роль у підвищенні ефективності праці механізаторів.

Задача. Перед поїздкою на автомобілі після дощу ґрунтовою дорогою водій зменшує тиск у шинах. Чи потрібно це робити? Чому?

Відповідь. Так. Зменшивши тиск у шинах, він збільшує площу опори коліс та площу зчеплення з ґрунтом.

Задача. Чому тендітна і ніжна рослина, яка проростає із зернини досить легко розсуває вістрям ґрунт.

Відповідь. Надзвичайно мала площа вістря дає можливість створювати великий тиск.

Задача. Поясніть, для яких видів робіт і чому в сільськогосподарському виробництві використовують гусеничний та колісний трактори.

Задача. На основі якого закону функціонує гідромеханічне обладнання тракторів та сільськогосподарських механізмів.

Відповідь. Закону Паскаля.

Задача. Довжина активної частини гусениці трактора становить 2,8 м, ширина – 30 см. Який тиск здійснює трактор на поверхню ґрунту, якщо його маса дорівнює 5 т?

Дано:

$$a = 2,8 \text{ м}$$

$$b = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$$

$$m = 5 \text{ т} = 5000 \text{ кг}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$p = ?$$

$$P = \frac{F}{S};$$

$$F = m \cdot g;$$

$$S = 2 \cdot a \cdot b;$$

$$P = \frac{m \cdot g}{2 \cdot a \cdot b}$$

$$P = \frac{5000 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{2 \cdot 2,8 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м}} = 2620 \text{ Па}$$

Відповідь: $P = 2620 \text{ Па}$.

Задача. Кінці сталльної балки закріплені між двома протилежними стінами в приміщенні тваринницької ферми. Загальна площа перекриття – 150 см². Стіни витримують навантаження не більше 1400кН. Який максимальний тиск можуть витримати стіни.

Відповідь. $p = 9,3 \cdot 10^7 \text{ Па}$.

Задача. Діаметр циліндра трактора Т–40М становить 105 мм, ступінь стискування 16,5 атм. З якою силою діє газова суміш на поршень у циліндрі?

Відповідь. $F = 14245 \text{ Н}$.

Тема: *Теплові машини. Двигуни внутрішнього згорання*

Водій будь-якого технічного засобу має знати, що ККД двигуна залежить від якості палива. Під час вивчення тем «Випаровування» та «Кипіння» учні пізнають, що неправильне зберігання і перевезення пального призводить до випаровування його найцінніших висококалорійних складових густиною 640–660 кг/м³ і температурою кипіння 40–70 °С. Унаслідок швидкого випаровування бензину знижується його якість, а отже й ККД роботи двигуна. Професійне зберігання палива дає змогу підвищити його економичність й ефективність.

Оброблення ґрунту, догляд за рослинами, збирання врожаю, обслуговування тваринницьких ферм та інших сільськогосподарських об'єктів, вироблення електроенергії, транспортування вантажів – не повний перелік робіт, що виконуються із застосуванням теплових двигунів.

Запропонуємо учням розв'язати такі задачі.

Задача. Як пояснити припинення подачі пального в двигун трактора чи автомобіля, якщо перекривається отвір кришки паливного бака?

Відповідь. Якщо перекривається отвір кришки паливного бака, то припиняється доступ повітря, що перешкоджає дії атмосферного тиску.

Задача. Наприкінці такту стискування в дизельних двигунах тракторів під час нагрівання на 550 °С тиск досягає 3,5 МПа. Виразити його в атмосферах.

1 атм = 10⁵ Па

$$P = 3,5 \text{ МПа} = 3,5 \cdot 10^6 \text{ Па} = \frac{3,5 \cdot 10^6}{10^5} \text{ атм} = 35 \text{ атм}$$

Відповідь. 35 атм.

Задача. Чому на поршнях дизельних двигунів установлюють більшу кількість компресійних кілець, ніж на карбюраторних?

Відповідь. Тиск під час згорання робочої суміші в дизельних двигунах значно вищий, ніж у карбюраторних.

Задача. Як пояснити зниження температури в карбюраторі двигуна внутрішнього згорання в момент утворення робочої суміші?

Відповідь. Частина тепла використовується на пароутворення.

Задача. Сільськогосподарські машини витрачають за рік у середньому 15 млн. т дизельного палива. Якщо механізатори зекономлять 1% палива під час оброблення 1 га, то в країні збережеться 230 тис. т. Яку кількість енергії буде збережено?

Задача. У фермерському господарстві випаровується близько 100 кг дизельного палива за рік. Це є наслідком того, що на заправному шланзі немає крана. Скільки енергії можна зберегти, застосовуючи розподільчий кран?

Важливий матеріал для профільного навчання міститься в розділах «Електромагнітні явища», «Електричні заряди. Будова атома». Вивчаючи тему «Електризація тіл. Два види зарядів. Електричне поле», учнів ознайомлюють з практичним застосуванням електричних явищ у найрізноманітніших технологічних процесах сільськогосподарського виробництва (очищення та сепарування зерна, обприскування рослин, меліорація ґрунтів).

До провідників, що використовуються для передачі й розподілу електроенергії, належить Земля. Учні демонструють електропровідність ґрунту. Для цього слід заздалегідь виготовити прилад, що складається із скляної трубки, в яку насипано ґрунт та вставлені електроди.

Під час вивчення теми «Електромагніти» можна продемонструвати їх практичне використання для очищення насіння конюшини, льону, люцерни, проса. Постійні магніти або електромагніти вмонтовані у спеціальні зерноочисні машини. Вони використовуються також у кормоцехах тваринницьких ферм для очищення комбікормів.

Додатково розглянемо такі задачі.

Задача. Як пояснити появу і накопичення заряду на металевих частинах кузова автомобіля або комбайна? Чим вони небезпечні? Як цьому запобігти?

Відповідь. Причини виникнення електричного заряду на кузові автомобіля або трактора різні: електрична індукція, тертя тощо. У результаті накопичення великого заряду може виникнути розряд. Відводять заряд на землю за допомогою спеціального ланцюжка або гуми «Електростат», що проводить електричний струм.

Задача. Для сепарації (розділення) зерна використовують електричне поле. Як пояснити, що видовженіші зерна в електричному полі піддаються дії більшої сили?

Відповідь. Видовжені зерна сильніше взаємодіють, тому що в електричному полі на них виникають різнойменні індукційні заряди, створюється протилежне до зовнішнього електричне поле. Чим видовженіші й гостріші зернини, тим діє більша сила.

Задача. Для очищення зерна від насіння бур'яну, розміри, маса і форма якого приблизно однакові, використовують таку установку. Один з електродів виготовляється у вигляді стержня і приєднується до негативного полюса джерела високої напруги, а інший – має велику площу. Електрони «прилипають» до насіння бур'яну ефективніше, ніж до зерна. Тому воно сильніше притягується позитивно зарядженою пластиною. Яке фізичне явище застосовується?

Відповідь. Взаємодія зарядів.

Задача. Як залежить електропровідність ґрунту від його фізико-хімічних властивостей: температури, структури, зволоженості, хімічного складу тощо?

Відповідь. Підвищується з температурою, зволоженістю, кислотністю, лужністю.

У процесі вивчення теми «Електричний струм. Електричне коло» учнів ознайомлюють з використанням електричного струму, електродвигунів та електронагрівальних пристроїв у сільському господарстві.

Задача. Як виміряти напругу на акумуляторі, якщо в наявності є лише вольтметри із шкалою до 2 В, а напруга на акумуляторних клеммах близько 10–12 В.

Відповідь. З'єднати вольтметри послідовно, тоді загальна напруга дорівнюватиме сумі спадів напруг на них.

Задача. Для зарядження кислотного акумулятора, який використовують в автомобілях і тракторах, потрібна сила струму в кілька ампер. Як виміряти силу струму, якщо є лише амперметр зі шкалою до 1 А?

Відповідь. Амперметри з'єднати паралельно. Тоді загальний струм дорівнюватиме сумі струмів, які вони показують.

Задача. У системі освітлення трактора ввімкнено чотири лампочки, розраховані на напругу 6 В. Як зміниться їх розжарення, якщо одну з них вимкнути?

Відповідь. Якщо одну з лампочок вимкнути, то загальний опір системи збільшиться, оскільки лампочки з'єднані паралельно. Отже, й розжарення кожної лампочки збільшиться.

Задача. Чому в електродних кормозапарниках для змочення кормів використовують підсолену воду?

Відповідь. Для того, щоб збільшити електропровідність речовин, а тим самим – потужність пристрою і прискорити швидкість запарювання кормів.

Задача. Як визначити довжину мотка мідного дроту, який покритий товстим шаром ізоляції, не розмотуючи його, якщо його 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 мотка R , питомий опір міді ρ і площу поперечного перерізу S , обчислюємо його довжину $l = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{U \cdot S}{I \cdot \rho}$.

Задача. Двигун автомобіля заводиться стартером, що споживає великий струм. Щоб запобігти псуванню акумуляторних батарей, його вмикають не більше як на 12 с. Яка кількість електрики пройде за цей час, якщо сила струму становить 300 А?

Дано:

$$I = 300 \text{ А}$$

$$t = 12 \text{ с}$$

$$q = ?$$

$$q = I \cdot t$$

$$q = 300 \text{ А} \cdot 12 \text{ с} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Кл}$$

Відповідь. $q = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Кл}$.

Тема: Електрична енергія. Робота і потужність струму

Задача. Як пояснити, що акумулятор розміщують неподалік від стартера машини і під'єднують його товстою мідною шиною?

Відповідь. Щоб менше енергії акумулятора йшло на нагрівання провідників.

Задача. Чому елементні нагрівальні пристрої, що використовуються на тваринницьких фермах для приготування і підігрівання кормів, забороняється вмикати в мережу, якщо їхні резервуари не заповнені водою або відповідним розчином?

Відповідь: Якщо резервуари не заповнені водою, елементи нагрівників дуже швидко виходять із ладу, нагріваючись до дуже високих температур.

Задача. У якому випадку витрата електроенергії буде більшою: коли спіраль нагрівального елемента буде в повітрі чи у воді?

Відповідь. Витрата електроенергії буде більшою, коли спіраль буде у воді.

Задача. Для оброблення ґрунту в парниках використовують електрофрезу потужністю 2,8 кВт. Яку енергію вона витрачає за 3 год. роботи?

Дано:

$$\begin{array}{l|l|l} P = 2,8 \text{ кВт} = 2,8 \cdot 10^3 \text{ Вт} & Q = P \cdot t & Q = 2,8 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 10,1 \cdot 10^6 \text{ Дж} \\ t = 1 \text{ год} = 3600 \text{ с} & & \\ \hline Q - ? & & \end{array}$$

Відповідь. $Q \approx 10^7 \text{ Дж}$.

Задача. Яка робота соломорізки за 10 хв? (Дані візьміть у місцевому фермерському господарстві).

Задача. Електродвигун електрокара ЕК-2, має потужність 2,8 кВт. На скільки вистачить заряду акумуляторних батарей напругою 32 В і ємністю 200 А год, якщо ККД акумуляторів становить 0,8?

Дано:

$$\begin{array}{l|l} P = 2,8 \text{ кВт} = 2,8 \cdot 10^3 \text{ Вт} & \text{ККД} = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{з}}} 100\%; \quad t = \frac{0,8 \cdot 7,2 \cdot 10^5 \text{ А} \cdot \text{с} \cdot 32 \text{ В}}{2,8 \cdot 10^3 \text{ Вт}} = \\ U = 32 \text{ В} & \\ q = 200 \text{ А} \cdot \text{год} = & \\ = 200 \cdot 3600 \text{ А} \cdot \text{с} = & A_{\text{к}} = P \cdot t \\ = 7,2 \cdot 10^5 \text{ А} \cdot \text{с} & A_{\text{з}} = q \cdot U \\ \text{ККД} = 0,8 & 0,8 = \frac{P \cdot t}{q \cdot U} \\ \hline t - ? & t = \frac{0,8q \cdot U}{P} \end{array}$$

Відповідь: $t \approx 6500 \text{ с}$.

Задача. У гаражі потрібно встановити електрокамін. Якою буде його потужність, якщо нагрівний елемент виготовлено з фехралю довжиною 2,5 м і поперечним перерізом площею 0,5 мм²? (Напруга 110 В).

Відповідь: $P = I \cdot U = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{\frac{l}{\rho S}} = \frac{U^2 S}{\rho l}; P = 2017 \text{ Вт}$.

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

Дано:

$$l_1 = 0,8l$$

$$S_1 = S$$

$$\rho = \rho_1$$

$$U = U_1$$

$$\frac{Q_1}{Q} = ?$$

$$Q = I \cdot U \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t = \frac{U^2}{\rho \frac{l}{S}} \cdot t = \frac{U^2 S}{\rho l} \cdot t;$$

$$Q_1 = \frac{U^2 S}{\rho l_1} \cdot t = \frac{U^2 S}{\rho \cdot 0,8l} \cdot t;$$

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{U^2 S t}{\rho 0,8l} \cdot \frac{\rho l}{U^2 S t} = 1,25$$

Відповідь. збільшилась в 1,25 рази.

Для цілісності будь-якої дидактичної системи, узагальнення й структуризації знань важливим є закріплення і повторення вивченого матеріалу. Тому особливого значення у процесі профільного навчання набувають завершальні підсумкові заняття.

Подаємо приклади задач, розв'язання яких вимагає застосування старшокласниками раніше засвоєних знань.

Надзвичайно цінними для людського організму є білки тваринного походження, що легко засвоюються: майже повністю – білки яйця, 75–80% – білки молока, 70–75% – білки м'яса.

Для збільшення показників споживання протягом року на душу населення м'яса і м'ясопродуктів, молока і молочних продуктів фахівцям потрібно розв'язати велику кількість різних завдань, у тому числі й фізико-математичних.

Ось приклади деяких з них.

Задача. Завдяки впровадженню нової технології доїння жирність молока становить 3,79%, у результаті чого фермерське господарство за рік одержало молока на 111 т більше, ніж було фактично надоєно. Скільки молока надоїли, якщо базисна його жирність становить 3,60?

Позначивши фактичні надої через x , дістанемо рівняння $3,79x = 3,6(x + 111)$, з якого знаходимо $x = 2103$ т.

Подаємо приклади задач, що розв'язуються методом складання лінійних рівнянь.

Задача. Зелена маса для силосу повинна мати оптимальну вологість. Щоб отримати таку масу змішують у певному відношенні рослини з різним вмістом води. Скільки потрібно взяти зеленої маси вологістю 85% і 35%, щоб отримати 1 т силосу вологістю 75%?

Позначивши через x кількість зеленої маси вологістю 85% і обчисливши всю кількість води, одержуємо рівняння $0,85x + 0,35(1 - x) = 0,75$. Зеленої маси вологістю 85% доведеться брати 8ц, а вологістю 35% – 2 ц.

Задача. Під час збереження сіна відбувається його природна втрата за рахунок зменшення вологості. Виведіть формулу для визначення природної втрати сіна (у відсотках), якщо його вологість (відносна) під час складання становить $a\%$, а у процесі реалізації – $b\%$.

Відповідь. $100(a - b)/100 - b \%$.

Задача. Відносна вологість трави – 80% , сіна – 17% . На скільки відсотків зменшується маса трави, що перетворюється в сіно?

Відповідь. на 76% .

Задача. Зерно засипається на тривале зберігання при вологості 14% (сухе зерно). Скільки сухого зерна можна одержати з одного центнера немолоченого, якщо його вологість 20% ?

Відповідь. $m = 95$ кг.

Задача. На скільки відсотків зменшиться маса зерна при зниженні його вологості від 20 до 14% ?

Відповідь. 5% .

Завдання, пов'язані з обчисленням площ, об'ємів приміщень, зерносховищ, буртів картоплі, буряків, цистерн, автопоїлок тощо.

Задача. Якщо силос виступає за край силосної траншеї з прямокутним верхом, то для визначення цієї частини його об'єму використовують формулу $V = \frac{2}{3abh}$, де a – довжина, b – ширина траншеї, h – висота шару. Поясніть походження цієї формули.

Задача. Бункер подавача концентрованих кормів ПК–6 має такі технічні характеристики: $AB = 3$ м, $BC = 5$ м, $\angle A = \angle C = 90^\circ$, $\angle B = \angle D = 60^\circ$. Знайдіть об'єм бункера.

Відповідь. $19,5$ м³.

Задача. Картопля часто зберігається на полі в закритих буртах – насип, що має вигляд багатогранника. При заданій ширині й довжині бурт матиме певну висоту, що визначається кутом природного схилу картоплі, величина якого становить 45° . Визначте об'єм картопляного бурту шириною 2 м і довжиною 20 м.

Відповідь: $V = 19,33$ м³.

Задача. У зерноскладі насип зерна має вигляд багатогранника. Під час визначення паспортної ємності зерноскладу враховують те, що висота насипу $H = 5$ м, висота біля стін – $h = 2,5$ м, а кут природного схилу зерна – 25° . Знайдіть паспортну ємність зерноскладу шириною $b = 12$ м і довжиною $a = 30$ м.

Відповідь. $V = 1330$ м³.

Задача. Вільно насипана купа свіжозібраної пшениці за формою подібна до конуса з кутом природного схилу 40 .

1. Який об'єм купи, якщо його перекидна (сума твірних) дорівнює p ?

2. Який об'єм купи пшениці можна насипати на квадратній площадці зі стороною 10 м?

Відповідь: а) $\frac{p^3}{20}$; б) 110 м³.

Задача. Автопоїлка для овець ГАО–4 представляє собою круглу чашу діаметром 50 см і глибиною 15 см. Знайдіть ємність автопоїлки.

Відповідь. 26 л.

Задача. Типова башта для зберігання сінажу БС–1600 представляє циліндр діаметром 9,15 м і висотою 24,4 м. Визначити ємність башти.

Задача. Під час зберігання нафтопродуктів відбувається їх природна втрата у процесі випаровування. Для визначення граничної норми втрати нафтопродуктів, які зберігаються в горизонтальних циліндричних резервуарах, площа поверхні випаровування має обчислюватися, виходячи з того, що заповнено 75% його об'єму. Знайдіть стандартну площу поверхні випаровування горизонтального циліндричного резервуара з діаметром d і довжиною l .

Відповідь. $S = 0,9dl$.

Задача. Об'єм бензину в бочці інколи знаходять за допомогою рейки. Скільки бензину в бочці, якщо довжина h мокрого кінця рейки дорівнює 1,9 дм, діаметр d бочки складає 7,6 дм, а її довжина l – 11,6 дм?

Відповідь. $V = \frac{lr^2}{2(\alpha - \sin \alpha)} = 102$ л.

Важливим завданням є попередження втрат зерна під час збирання врожаю. При високій швидкості руху в молотильний агрегат неперервно поступає велика кількість зрізаних рослин, що виштовхуються з нього, не встигнувши обмолотитися. У результаті цього частина зерна залишається в колосі, а частина застряє в соломі і разом з нею викидається на землю.

Відповідні дослідження показали, що доцільно притримуватися певних швидкостей у процесі прямого комбайнування. Наприклад, для комбайна СК–5 «Нива», якщо врожай становить 15 ц/га, допустима швидкість – 8,5 км/год, а при тому ж співвідношенні між масою зерна й соломі, проте за врожайності 45 ц/га швидкість треба зменшити до 5 км/год.

Задача. Доведіть, що норму висіву H (в кг на 1 га) можна розрахувати за формулою $H = 100 KL/p$, де L – рекомендована кількість зерен на 1 га, K (в г) – крупність насіння, p – посівна придатність насіння (в %).

(Вказівка: крупність насіння – маса 1000 зерен).

Значну роль у розв'язанні проблеми прикладної спрямованості фізики відіграють міжпредметні зв'язки. Розв'язування задач з елементами природознавства, ботаніки, фізичної географії, астрономії тощо сприяє формуванню в учнів наукового світогляду, розвитку економічних знань, вихованню бережливого ставлення до природи, ефективному засвоєнню природничо-математичних дисциплін у цілому.

2.3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ

Експериментальні – це фізичні задачі, постановка та розв'язування яких органічно пов'язані з експериментом (вимірюваннями, відтворенням природніх явищ, спостереженнями за фізичними процесами, складанням експериментальних пристроїв, розробленням приладів, проведенням досліджень).

Процес формулювання і розв'язування експериментальних задач – складна багатокomпонентна діяльність, що складається з окремих дій. Необхідною, але недостатньою умовою успішного виконання будь-якої діяльності є сформованість умінь та навичок виконувати окремі її елементи. Під поняттям «*уміння*» розуміється готовність учня до певних дій або операцій відповідно до поставленої мети на основі наявних знань (А. В. Усова, А. О. Бобров та інші). Процес навчання учнів формулювати і розв'язувати експериментальні задачі розглядається як формування відповідного складного вміння [49].

Визначимо основні методичні складові навчання учнів формулювання і розв'язування прикладних експериментальних задач.

Детальне вивчення теоретичного матеріалу, що стосується фізичних явищ та процесів. Актуальною проблема прикладної спрямованості фізики постає перед учнями профільних шкіл, особливо хто планує продовжувати навчання з технічних або фізико-технічних спеціальностей. Успішність дослідницької діяльності залежить від відповідної теоретичної підготовки. Розв'язування винахідницьких задач передбачає дослідження певних фізичних явищ та процесів. В основі роботи значної кількості пристроїв і механізмів лежать певні фізичні закономірності. Наприклад, сучасні побутові пристрої пральні машини, холодильники, праски, світильники, а також комп'ютери, телевізори, музичні центри та ін., мають значну кількість деталей та вузлів, що працюють на основі фізичних законів та закономірностей. Для того, щоб мати уявлення про принципи їх дії, потрібна відповідна теоретична підготовка.

Математичне забезпечення процесу розв'язування експериментальних задач. Засвоєння відповідного математичного апарату є недостатньою умовою сформованості умінь застосовувати його у процесі розв'язування експериментальних задач. Важливою складовою процесу навчання виступає цілеспрямована теоретична підготовка, що передбачає засвоєння методів наближених обчислень, побудови та перетворення графіків, оцінки похибок результатів вимірювань, висування та перевірки гіпотез щодо аналітичних залежностей між досліджуваними величинами тощо.

Застосування підготовчих вправ для набуття окремих експериментальних умінь. Важливим етапом є набуття учнями окремих елементарних умінь, що виступає необхідною умовою успішності навчальної діяльності. Вони формуються у процесі виконання підготовчих вправ, від яких залежить успішність розв'язування експериментальних задач.

Використання інформаційно комунікаційних технологій у процесі винахідницької діяльності. На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій важко уявити ефективну експериментальну діяльність без використання комп'ютерної техніки. Мотиваційною складовою такої діяльності є зацікавленість в отриманні конкретного результату (побудова експериментальної залежності, розроблення презентації або проекту, проведення патентного пошуку та ін.), який має значущість для досягнення кінцевого продукту (теоретичне обґрунтування та експериментальне випробовування винайденого пристрою, оформлення патенту, підготовка конкурсних матеріалів тощо).

Навчання старшокласників знаходити можливі способи розв'язування експериментальних задач. На етапі визначення способів розв'язування прикладних задач виникають значні ускладнення. Успішному розвитку відповідного вміння сприяє формування у старшокласників певної бази знань – упорядкованої системи алгоритмів розв'язування експериментальних задач. Цього досягають шляхом вивчення системи цікавих експериментальних задач, що потребують відповідей на запитання «як зробити?», «як визначити?» тощо.

Задача. Визначити механічний склад ґрунту.

Обладнання: сито з діаметром отворів 1 мм, ступка, товкач з гумовою насадкою, електроплитка, посудина з водою, годинник, важільні терези.

Теоретичні відомості. Механічний склад ґрунту є важливою агрономічною характеристикою, від якої залежать його фізичні параметри: капілярність, пористість, пластичність, вологоємність, повітряний і тепловий режим та ін. Механічний склад визначає також його технологічні властивості: твердість, липкість, питомий опір тощо.

З'ясування механічного складу зводиться до процентного вмісту складових. Частинки великого розміру називають скелетом ґрунту, малого – дрібноземом («фізичний пісок – $d > 0,01$ мм», «фізична глина – $d < 0,01$ мм»). Класифікацію ґрунтів подано у спеціальній таблиці.

Наведемо орієнтовний алгоритм розв'язування експериментальної задачі:

1. Взяти пробу ґрунту.
2. Просушити його.
3. Роздробити у ступці.
4. Розбавити водою.
5. Обчислити масу і процентний вміст частинок розміром $d < 0,01$ мм.
6. Обчислити масу і процентний вміст частинок розміром $0,01 \text{ мм} < d < 1 \text{ мм}$.
7. За таблицею визначити тип і назву ґрунту.

Задача. Визначити густину та об'ємну вагу ґрунту.

Обладнання: важільні терези, циліндр-бур, електроплитка, дерев'яний молоток, металевий лист, посудина з водою, масштабна лінійка.

Теоретичні відомості. Вивчаючи основні складові ґрунту, розглянемо три його агрегатні стани: твердий, рідкий та газоподібний. Кожному з них відповідає відповідно густина твердої фази, скелета ґрунту, а також ґрунту у звичайному стані.

Для обчислення густини твердої фази потрібно визначити масу сухого ґрунту в одиниці об'єму. Щоб визначити густину скелета ґрунту, необхідно масу сухого ґрунту в непорушному стані (з отворами і порами) розділити на його об'єм. З метою виконання експериментальної роботи потрібно виготовити циліндр-бур для взяття проб ґрунту й утримання його в непорушному стані. Для цього можна використати металеву трубу діаметром 8–9 см довжиною 10–12 см. Один кінець труби загострюють.

Об'єм циліндра обчислюють за формулою: $V = \pi R^2 h$, де R – радіус внутрішньої частини циліндра-бура; h – його висота.

У практиці часто виникає потреба здійснювати обчислення об'ємної ваги різних речовин, у тому числі й ґрунту: $d = \rho g$, де d – об'ємна вага; ρ – густина; $g = 9,81$ Н/кг.

Алгоритм розв'язування експериментальної задачі такий:

1. Дерев'яним молотком забити циліндр-бур у ґрунт.
2. Обкопати ґрунт навколо забитого циліндра до його основи.
3. Підрізати його лопаткою на рівні нижньої основи циліндра.
4. Не відриваючи лопатки, накрити листком жерсті або картону і перевернути.
5. Визначити масу ґрунту в звичайному стані.
6. Обчислити його густину: $\rho = \frac{m}{\pi R^2 h}$.
7. Обчислити об'ємну вагу в звичайному стані: $d = \rho g$.
8. Висипати ґрунт на лист металу і просушити, не допускаючи згорання органічних речовин.
9. Визначити масу сухого ґрунту.
10. Обчислити густину скелета: $\rho_c = \frac{m_c}{\pi R^2 h}$.
11. Обчислити його об'ємну вагу $d_c = \frac{m_c \cdot g}{\pi R^2 h}$.

Задача. Виміряти величину липкості ґрунту.

Обладнання: динамометр, металевий диск діаметром близько 10 см, нерухомий блок, посудина з водою, ящик з ґрунтом (металевий диск має в ньому вільно поміщатися).

Теоретичні відомості. Липкість ґрунту є важливою характеристикою. Вона означає його здатність у зволоженому стані прилипати до різних предметів. Значення липкості беруть до уваги під час розрахунку зусилля у процесі оброблення зволоженого ґрунту, а також коли його використовують як будівельний матеріал.

Липкість визначається відношенням зусилля, потрібного щоб відірвати предмет від липкого ґрунту, до площі відривання під час зіткнення предмета з ґрунтом:

$\tau = \frac{F}{S}$, де τ – липкість ґрунту; F – сила, прикладена перпендикулярно до його поверхні під час відривання предмета; S – площа зіткнення ґрунту з предметом.

Алгоритм розв'язування задачі.

1. На штативі підвісити нерухомий блок. Через нього перекинути міцну нитку. До одного кінця прив'язати металевий диск, до іншого – динамометр.
2. Під диском встановити ящик із зволеним ґрунтом.
3. Диск опустити в ящик і міцно притиснути (щоб він прилип до ґрунту).
4. За допомогою динамометра простежити, при якому зусиллі диск відірветься (динамометр зачепити за середину диска).
5. Обчислити площу диска ($S = \pi R^2$, де R – радіус диска).
6. Обчислити липкість ґрунту за формулою $\tau = \frac{F}{S}$ (маса диска не враховується) та зробити висновки.

Задача. Обчислити інтенсивність випаровування з поверхні ґрунту.

Обладнання: три металеві короби, електроплитка, вентилятор, важільні терези, психрометр, барометр, секундомір, термометр.

Теоретичні відомості. Інтенсивність випаровування з ґрунту – це величина, що показує яка кількість води випаровується з одиниці площі за одиницю часу $Q = \frac{m}{St}$,

де Q – інтенсивність випаровування вологи, m – маса водяної пари, t – час випаровування.

Інтенсивність випаровування залежить від теплових і механічних властивостей ґрунту. Зовнішні фактори, що впливають на процес випаровування, температура навколишнього середовища, вологість повітря, сила вітру, атмосферний тиск. У загальному залежність інтенсивності випаровування від зовнішніх факторів можна виразити такою формулою: $Q = \frac{\mu(p_0 - p)}{P_a}$, де μ – коефіцієнт, що характеризує силу вітру, атмосферний тиск і температуру повітря, p_0 – пружність насиченої пари при даній температурі, p – пружність наявної в повітрі пари, P_a – атмосферний тиск. Значення

коефіцієнта μ визначається за формулою $\frac{m}{St} = \frac{\mu(p_0 - p)}{P_a}$. Тоді $\mu = \frac{mP_a}{(p_0 - p)St}$.

Послідовність розв'язування задачі.

1. Виміряти температуру повітря.
2. Визначити атмосферний тиск.
3. Визначити відносну вологість повітря.
4. За психрометричною таблицею визначити пружності наявної і насиченої водяної пари в повітрі при даній температурі.
5. Виміряти масу зволоженого ґрунту.
6. Обчислити площі поверхонь кожного короба з ґрунтом.
7. Перший короб підігріти, другий – ні й обдути обидва вентилятором.
8. Через 25–30 хв. виміряти маси кожного короба.
9. Обчислити масу випарованої вологи.
10. Визначити значення коефіцієнта μ у кожному випадку.
11. Зробити висновки.

Задача. Визначити теплоємність ґрунту.

Обладнання: калориметр, посудина з водою, ящик з ґрунтом, термометр, важільні терези, нагрівач, масштабна лінійка, мішалка, посудина правильної форми, об'єм якої легко виміряти.

Теоретичні відомості. Процес нагрівання ґрунту залежить від його питомої теплоємності. Залежно від кількості вологи, фізичного стану та хімічного складу, теплоємність ґрунту має різні значення. Із збільшенням вологості його теплоємність різко зростає. Повітряні прошарки і пори зменшують теплоємність. Цю властивість ґрунту часто використовують на практиці, якщо потрібно змінити його теплоємність (запобігти перегріванню або прискорити процес нагрівання).

Об'ємна теплоємність – це величина, що показує, яка кількість теплової енергії потрібна для нагрівання одиниці об'єму певної речовини на один градус: $C_{об} = \frac{Q}{V \cdot \Delta t}$, де $C_{об}$ – об'ємна теплоємність речовини; Q – теплова енергія, витрачена на її нагрівання; V – об'єм речовини; Δt – на скільки градусів нагріто речовину. Одиниці вимірювання об'ємної теплоємності певної речовини $[C_{об}] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}} \right]$; $C_{об} = \frac{m}{V} c$, де c – питома теплоємність.

Алгоритм розв'язування задачі.

1. Нагріти воду, не доводячи її до кипіння.
2. Обчислити об'єм посудини.
3. Визначити температуру ґрунту.
4. Визначити масу калориметра, використавши відповідні табличні значення його питомої теплоємності.
5. Виміряти масу короба, в яку насипатимемо ґрунт.
6. Насипати ґрунт у короб і виміряти її масу разом з ґрунтом. Обчислити масу ґрунту в коробі.
7. Виміряти температуру гарячої води в калориметрі.
8. Висипати ґрунт з короба в калориметр. Ретельно перемішавши, виміряти температуру суміші.
9. Виміряти масу калориметра із сумішшю. Від здобутого результату відняти суму мас ґрунту і калориметра. Результат – маса води в калориметрі.
10. За цими даними визначити питому теплоємність ґрунту:

$$C_{\text{гр}} = \frac{(c_{\text{в}}m_{\text{в}} + c_{\text{к}}m_{\text{к}}) \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{с}})}{m_{\text{гр}} \cdot (t_{\text{с}} - t_{\text{гр}})}$$

11. Обчислити об'ємну теплоємність ґрунту: $C_{\text{об}} = \frac{m_{\text{гр}}}{V_{\text{гр}}} C_{\text{гр}}$.
12. Зробити висновок.

Задача. Порівняти за допомогою теплоприймачів теплопровідності чорноземного і піщаного ґрунтів.

Обладнання: теплоприймачі з манометрами, чорноземний і піщаний ґрунти, металеві пластинки (масою 200 г кожна), відро з гарячою водою, промокальний папір.

Розв'язування задачі.

1. На перший теплоприймач помістити зразок чорноземного ґрунту, а на другий – піщаного.
2. На поверхню кожного ґрунту одночасно покласти нагріті в гарячій воді металеві пластинки.
3. Спостерігаючи за показниками манометрів, зробити висновок про теплопровідність різних ґрунтів.

Задача. Виміряти питому електропровідність ґрунту методом компенсаційної схеми.

Обладнання: місток Уїтсона, джерело змінного струму напругою до 36 В, відомий опір (реохорд), вібраційний гальванометр, вимикач, підвідні провідники, ящик з ґрунтом прямокутної форми, електроди.

Теоретичні відомості. ґрунт в основному має іонну провідність. Тому якісно просушений ґрунт є діелектриком. Залежність його електропровідності від вологості використовується під час визначення рівня зволоженості, хімічного складу, наявності мінеральних добрив, засоленості ґрунтів.

Опір ділянки кола, що становить ґрунт, визначаємо з відношення:

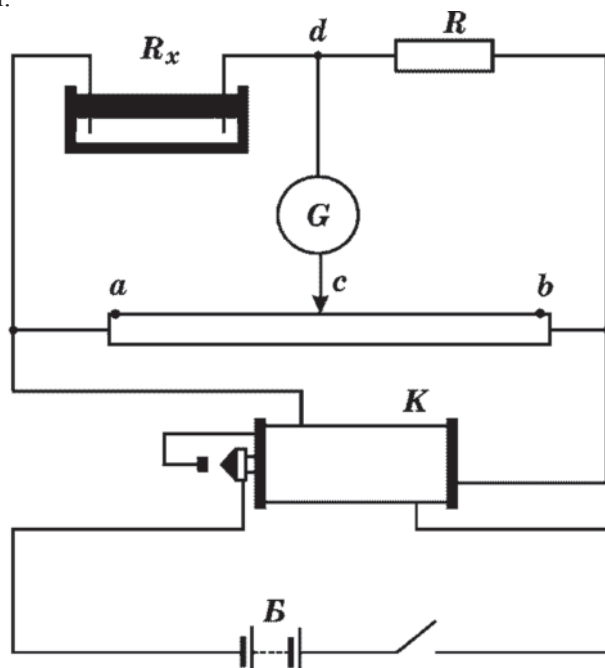
$$\frac{R_X}{R} = \frac{r_{ac}}{r_{bc}}, \text{ де } R_X - \text{шуканий опір, } R - \text{відомий опір реохорда, } r_{ac} - \text{опір лівої частини}$$

дроту, r_{bc} – опір правої частини.

Якщо виразити опір дротини через питомий, одержимо рівняння: $\frac{R_x}{R} = \frac{\rho l_1 S}{\rho l_2 S}$, звідки маємо: $\frac{R_x}{R} = \frac{l_1}{l_2}$. Шуканий опір обчислюємо за формулою: $R_x = R \frac{l_1}{l_2}$, де l_1 та l_2 – довжина лівого й правого плечей реостата відповідно.

Алгоритм розв’язування задачі.

1. За електричною схемою скласти відповідний пристрій.
2. Визначити площу вставлених у ящик з ґрунтом електродів.
3. Замкнувши коло і переміщуючи ковзаючий контакт, добитися відсутності струму в гальванометрі.



4. Виміряти довжини відрізків l_1 та l_2 .
5. Знаючи величину R , обчислити опір ґрунту.
6. Обчислити питому електропровідність ґрунту за формулою: $\lambda = \frac{l_2}{R S l_1}$, де l – довжина активної частини ґрунту.

Задача. Визначити норму висіву зерна на один гектар у фермерському господарстві.

Обладнання: важільні терези, ваги, посуд, папір, зернини пшениці певного сорту.

Теоретичні відомості. Відомо, що в середньому на 1 га висівають 5,5 млн зерен пшениці. Отже, щоб визначити норму висіву на 1 га, треба взяти масу 1000 зернин і помножити її на 5500.

Розв’язування задачі.

1. Відрахувати 100, 500, 1000 зернин.
2. Зважити відповідно 100, 500, 1000 зернин.

3. Результати записати в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

№ з/п	Кількість (зерен, штук)	Маса ($\times 10^{-3}$ кг)	Норма висіву (кг/га)
1.	100	3,5	192,5
2.	500	17,30	189,0
3.	1000	34,65	190,5

Задача. Вимірювання сили тяги, необхідної для переміщення моделі плуга.

Обладнання: модель плуга, динамометр, ящик з ґрунтом.

Етапи розв'язування задачі:

1. За допомогою динамометра рівномірно переміщати модель плуга.
2. Виміряти силу тяги.
3. Налаштувати модель так, щоб плуг боронував ґрунт на глибині $2 \cdot 10^{-2}$ м.
4. Перемістивши динамометр на відстань 0,3 м, визначити силу тяги.
5. Порівняти одержані результати.
6. Зробити висновок.

Задача. Визначити вміст крохмалю в картоплі.

Обладнання: важільні терези, ваги, мензурка, посудина з водою, відвідна склянка, дві картоплини певного сорту, нитки, фільтрувальний папір.

Алгоритм розв'язування:

1. Виміряти масу бульби за допомогою терезів.
2. Визначити її об'єм за допомогою мензурки.
3. За цими даними обчислити густину картоплі.
4. Використовуючи довідкову таблицю, встановити процентний вміст крохмалю.
5. Результати записати у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

№ з/п	Сорт картоплі	Маса $\times 10^{-3}$ кг	Об'єм $\times 10^{-6}$ м ³	Густина $\times 10^3$ кг/м ³	Вміст крохмалю %

Довідкова табл. 2.4 «Вміст крохмалю в картоплі, залежно від її густини» (густина – $\times 10^3$ кг/м³, вміст крохмалю – %).

Таблиця 2.4

Густина, $\times 10^3$ кг/м ³	Вміст крохмалю, %	Густина, $\times 10^3$ кг/м ³	Вміст крохмалю, %	Густина, $\times 10^3$ кг/м ³	Вміст крохмалю, %
1,080	13,9	1,091	16,2	1,103	18,8
1,081	14,1	1,092	16,400	1,104	19,0
1,082	14,3	1,093	16,600	1,105	19,2
1,083	14,5	1,094	16,900	1,106	19,4

Густина, Х10 ³ кг/м ³	Вміст крохмалю, %	Густина, Х10 ³ кг/м ³	Вміст крохмалю, %	Густина, Х10 ³ кг/м ³	Вміст крохмалю, %
1,084	14,7	1,095	17,1	1,107	19,7
1,085	14,9	1,096	17,3	1,108	19,9
1,086	15,1	1,097	17,5	1,109	20,1
1,087	15,4	1,098	17,7	1,110	20,3
1,088	15,6	1,099	17,9	1,111	20,5
1,089	15,8	1,100	18,2	1,112	20,7
1,090	16,0	1,101	18,4	1,113	20,9

Задача. Визначити швидкість руху і витрати води в каналі.

Обладнання: дерев'яний поплавець із прапорцем, тонкий міцний шест завдовжки 2–3 м з гачком, секундомір.

Теоретичні відомості. Кількість витрати води в каналі потрібно знати меліораторам для складання перспективного плану її використання та підвищення «ККД каналу». Під витратою води розуміють її кількість, що протікає через площу поперечного перерізу за 1 с, тобто: $Q = S \cdot V$ (1), де S – площа поперечного перерізу каналу, що покрита водою, V – швидкість води, що протікає через неї.

Алгоритм розв'язування задачі:

1. Зробити на березі дві позначки на відстані 15–20 м.
2. Виміряти відстань між ними.
3. За допомогою шеста опустити на воду поплавець, і коли він досягне першої мітки, ввімкнути секундомір.
4. Визначити, за скільки часу поплавець пройде відстань між мітками.
5. Знайти пройдений поплавцем разом із потоком води шлях і час та обчислити швидкість його руху – це й буде швидкість течії.
6. Визначити поперечний переріз каналу, вимірявши шестом його глибину.
7. За допомогою формули (1) обчислити витрату води в каналі.

Задача. Визначити експериментально площу, з якої може зібрати пшеницю комбайн «Дон–1500» під час рівномірного руху за добу, декаду, місяць, користуючись формулами:

$$l = vt, S = lb,$$

де l – шлях, пройдений комбайном,

v – його робоча швидкість,

t – час роботи,

b – ширина захвату комбайна,

S – зібрана площа.

Задача. Обчислити потужність тракторних агрегатів під час рівномірного руху тракторів різних марок: Т–130, ДТ–75А і комбайнів «Колос», «Нива» за емпіричною формулою:

$N = \frac{vbk}{10000}$, де v – робоча швидкість, t – час роботи, b – ширина захвату агрегату, k – кількість агрегатів.

Порівняти результати їх роботи.

Задача. Експериментально і теоретично визначити витрату пального на 100 км шляху автомобілями ГАЗ–53А, ЗІЛ–131, МАЗ–509 і тракторами Т–150, ДТ–75С, ЛТЗ–145, комбайном «Дон–1500». Побудувати діаграми витрати пального, зазначивши показники економічності транспортних засобів у регіональних умовах.

Задача. На основі досліду за емпіричною формулою визначити продуктивність виробітку тракторного агрегату ДТ–75С під час оранки певної ділянки, знаючи його робочу швидкість і ширину захвату:

$$\omega = 0,1bvk, \text{ де}$$

b – ширина захвату,

v – робоча швидкість трактора,

k – коефіцієнт використання робочого часу з урахуванням витрат на поворотах і холостому ході.

Важливим елементом сільськогосподарської діяльності є сезонні польові роботи: оранка, боронування, сівба, збирання врожаю тощо. Перевертання шару ґрунту плугом (без передплужника) під час оранки можна умовно розглядати, як послідовне переміщення прямокутника ABCD, припускаючи, що шар ґрунту не деформується, а його розміри BC = a – глибина оранки і BA = b – ширина захвату плуга не змінюються. Відрізаний шар ABCD під дією плуга спочатку повертається навколо вершини A до вертикального положення A₁B₁C₁D₁, а потім – навколо вершини D₁, доки дотикатиметься до раніше відрізаного шару.

Збільшення глибини оранки при фіксованій ширині, тобто збільшення сторони D₁A₂ прямокутника D₁A₂B₂C₂, може спричинити те, що центр O маси шару спроектується ліворуч точки D₁, і шар після проходження плуга відвалиться у борозну. Тому важливо не перевищувати допустиме відношення глибини до ширини захвату плуга.

Задача. Граничне відношення a/b = k. Це випадок нестійкої рівноваги, тому що точка O проєктується у вершину D₁. Визначимо k.

Оскільки BD₁ = AD₁, то й D₁D₁' = AB = b, D₁B₂C₂ = D₁'D₁A₂' (як кути зі взаємно перпендикулярними сторонами), то DB₂C₂D₁ і DD₁A₂'D₁' подібні. Тому D₁B₂/D₁C₂ = D₁D₁'/D₁A₂'; (al + bl)^{1/2}/b = b/a, (a/b)l + 1 = (b/a)l; kl + 1 = 1/kl; k⁴ + kl – 1 = 0, k = ((5)^{1/2} – 1/2)^{1/2} = 0,786.

Отже, глибина оранки не повинна перевищувати 0,78 см ширини захвату плуга. Для стандартного плуга з шириною захвату 35 см глибина оранки становить 27 см.

Задача. В основу конструкції плуга покладено трьохгранний клин у вигляді прямої піраміди. Знайдіть величини кутів нахилу робочої поверхні (двохгранний кут AD) і перевертання (кут BDC), якщо BAC = α і BAD = β.

Відповідь. tgE = tgα/sinβ, tgG = tgα/tgβ.

Задача. Сила тяги плуга. Зниження витрат енергії на оранку можна досягнути вибором оптимального напрямку сили тяги плуга. Максимальне зниження буде за умови, якщо напрямок сили тяги збігається з напрямком найменшої за модулем сили, яка достатня для зрушення плуга з місця. Знайдіть оптимальний напрямок сили тяги, якщо коефіцієнт тертя між сталлю і ґрунтом дорівнює 0,5.

Відповідь. Модуль сили F досягає найменшого значення, якщо вона складає з горизонтом кут нахилу $26^\circ 30'$.

Агротехнічні умови вимагають, щоб борозенки були на однакових відстанях одна від одної. Проте зуби борони мають бути на більшій відстані, ніж борозенки (інакше борона працюватиме, як граблі).

Зрозуміло також, що ніякі два зуби не повинні бути розташовані один за одним. Ці умови задовольняє конструкція борони.

Розглянемо паралелограм $OABC$, в якому висота AD ділить основу OC у відношенні $2 : 3$. Поділимо його на 25 менших, але теж рівних паралелограмів. Одержимо креслення сітки, яка є контуром борони.

Скільки борозенок залишають зуби борони, якщо вона рухається в напрямі AD ? Довести, що відстані між будь-якими двома борозенками однакові.

Нехай $OD = d$. Позначимо через a_k координати проекції (в напрямі AD) точки A_k ($k = 1, 2, 3, 4$) на числову вісь Ox . Оскільки $OA_1 = 1/5 OA$, то за теоремою Фалеса $a_1 = d/5$, аналогічно $a_2 = 2/5 d$, $a_3 = 3/5 d$, $a_4 = 4/5 d$.

Позначимо через S_k ($k = 1, 2, \dots, 20$) зуб, який утворює (зліва направо) k -ту борозну, а через s_k – координату його проекції на вісь Ox . Нехай T – паралельне перенесення в напрямі вісі Ox на відстань $d/2$. Оскільки $S_1 = T(A_1)$, $S_2 = A_4$, $S_3 = T(A_2)$, $S_4 = D$, $S_5 = T(A_3)$, $S_6 = T(S_1)$, то $s_1 = a_1 + d/2 = 7/10 d$, $s_2 = a_4 = 8/10 d$, $s_3 = a_4 + d/2 = 9/10 d$, $s_4 = d$, $s_5 = a_3 + d/2 = 11/10 d$, $s_6 = s_1 + d/2 = 12/10 d$.

Для кожної сільськогосподарської культури визначено науково обґрунтовану оптимальну кількість рослин, які мають проростати на 1 га. Тому перед посівом розраховують норму висівання насіння на 1 га, щоб забезпечити потрібну густоту рослин. Підвищення інтенсивності проростання насіння лише на 1% дає додатково 800 ешелонів зерна.

Задача. Визначити норму висівання насіння пшениці, якщо відомо, що на 1 га має прорости 6 мільйонів рослин, а під час визначення господарської придатності насіння з'ясувалось, що маса 1000 зернин 40 г, чистота – 97%, а схожість – 93%.

Нехай на 1 га посіяли x [кг] насіння. Пшениця становитиме $0,97x$, решта – бур'яни й домішки, причому проросте лише те насіння, загальна маса якого – $0,93 \cdot 0,97x$, що становить 6 мільйонів зернин. Розв'язавши рівняння $0,93 \cdot 0,97x = 0,04 \cdot 6000$, визначимо норму висівання – 266 кг/га.

Визначивши норму висівання, налагоджуємо відповідно сіялку. Її агрегат приводиться в дію одним із ходових коліс. Кількість насіння на 1 га не залежить від швидкості руху сіялки і регулюється заздалегідь спеціальними важелями.

Задача. На яку норму висівання p [кг/га] відрегульовано сіялку, якщо за n обертів колеса з неї висипалося m [кг] насіння? Які параметри сіялки достатньо знати, щоб розв'язати задачу?

Оскільки площа S , яку засіває сіялка за один оберт колеса, визначається її робочою шириною й довжиною обода колеса, то достатньо знати лише ці параметри.

Нехай робоча ширина сіялки h метрів, довжина обода колеса c метрів. Оскільки за один оберт колеса сіялка засіває прямокутник площею $S = hc/10000$, то дістаємо рівняння $chp/10000 = m/n$, з якого знаходимо $p = 10000m/chn$.

Обчислену експериментально величину p порівнюємо з нормою висівання N конкретної культури і відрегулюємо відповідно механізми сіялки так, щоб $p = N$.

Задача. У процесі обертання катушки сіялки частина насіння потрапляє в жолобок, а решта опиняється між катушкою і дном (активний шар). Швидкість руху насіння в активному шарі змінюється відповідно до його товщини за законом $v(x) = v_0(x)(1 - x/c)$, де v – лінійна швидкість катушки, c – ширина активного шару, k – стала величина, що залежить від культури висівання (наприклад, для пшениці $k = 2,6$, для льону $k = 1,7$). Під час конструювання сіялки треба розрахувати масу насіння, що викидається не лише з жолобків катушки, а й з активного шару.

З активного шару за одиницю часу викидається насіння у формі циліндра, поперечним перерізом якого є криволінійна трапеція. Тому шукана маса $m = \int_0^l \rho v_0 (1 - x/c)^k dx$, де ρ – густина насіння, l – довжина катушки, $v = v_0$.

Оскільки $F(x) = x^{k+1}/k + 1$ – первісна функції $f(x) = x^k$, то функція $\Phi(x) = -cF(1 - x/c) = -c/k + 1 (1 - x/c)^{k+1}$ є первісною функції $f(1 - x/c) = (1 - x/c)^k$. Тому $\int_0^l (1 - x/c)^k dx = \Phi(c) - \Phi(0) = c/k + 1$, звідки $m = \rho l v_0 c / (1 + k)$.

Відповідь: $m = \rho l v_0 c / (1 + k)$, де l – довжина катушки).

Відтоді, як людина кинула в землю перші зерна, комахи-шкідники й бур'яни безперервно загрожують врожаю. За даними Міжнародної організації з питань сільськогосподарства, світові втрати зерна щорічно становлять 80–85 млн. тонн, з яких 30–35 млн. тонн знищують шкідники і хвороби.

За останні роки врожай головної сільськогосподарської культури – пшениці – з 1 га в нашій країні зріс майже у два рази. Цьому сприяли селекційна робота вчених, раціональне внесення мінеральних добрив, удосконалення агротехніки вирощування, технології збирання і збереження зерна. Наприклад, літак Ан-2 за день обробляє в 40–50 разів більше посівів, ніж тракторний обприскувач, що економить 80–90% трудових затрат.

Проте виростити добрий урожай – це ще не все. Найголовніше – зібрати його без втрат. Успіх залежить від умінь маневрування технікою, прийняття правильних рішень у найскладніших погодних умовах.

Чистота насіння показує, яку частину становить маса основної культури від загальної маси взятої проби. Інтенсивність проростання насіння визначає, скільки відсотків складає маса насіння здатного до проростання від загальної маси певної культури (без домішок). Посівна придатність насіння – це відношення маси конкретної культури, здатної до проростання, до загальної маси проби (з усіма можливими домішками).

Задача. Знайти посівну придатність насіння p , якщо його чистота – $g\%$, а схожість – $b\%$.

Відповідь: $p = br/100 \%$.

Актуальним питанням в землеробстві є боротьба з ерозією ґрунтів. Водяній ерозії підлягають схили, на яких вирощується картопля, тому що вона потребує багатократного обробітку ґрунту, а борозни під час підгортання концентрують стік дощової води. На крутих схилах картопляні грядки не можна розташовувати уперек. Найефективніший засіб захисту картопляного поля від водяної ерозії – це утворення в борознах між рядками земляних перемичок за допомогою спеціального культиватора, що рухається за підгортувачем.

Ступінь захисту ґрунту від ерозії залежить від кількості опадів і форми профілю борозен. Експериментально встановлено, що найдопустиміший профіль борозни – у формі кубічної параболі $t = a|y|^3$.

Нехай вздовж схилу з кутом нахилу α проходить борозна глибиною h . Який об'єм води може нагромадитися в борозні біля вертикальної перемички?

Розглянемо повздовжній переріз борозни, де OA – перемичка, AB – поверхня води під час найбільшого заповнення. Пряма AB визначається рівнянням $z = kx + h$, $k = -\operatorname{tg}\alpha$. Переріз води площиною A_0B_0 представляє певну фігуру, де $A_0B_0 = z_0 = kx_0 + h$ (x_0 і z_0 координати точки A_0 в системі координат XOZ). Знайдемо площу S_1 криволінійної трапеції B_0A_0D . Маємо: $S_1 = \int_0^{z_0} (t/\alpha)^{1/3} dt = 3z_0^{4/3}/4\alpha^{1/3}$. Тоді площа всього перерізу $S(x_0) = 3(kx_0 + h)^{4/3}/2\alpha^{1/3}$. Знаючи площу перпендикулярного перерізу цієї фігури, визначимо її об'єм: $V = 9h/14\alpha \operatorname{tg}\alpha$.

Задача. Для захисту ґрунту від змивання на схилах штампують ямки у формі прямокутного паралелепіпеда з квадратною основою (сторона квадрата – 50 см) і висотою 10 см. Визначте, скільки літрів води може зібратися в такій ямці з кутом нахилу 10° , якщо одна з діагоналей основи ямки горизонтальна?

Отже, складовими успішного навчання старшокласників складання і розв'язування експериментальних задач є детальне вивчення теоретичного матеріалу, що стосується фізичних явищ та процесів, навчання висуванню ідей можливих способів їх розв'язування, математичне забезпечення, набуття за допомогою підготовчих вправ спеціальних умінь, використання нових інформаційних технологій тощо.

2.4. ДОСЛІДНИЦЬКІ Й ТВОРЧІ ЗАДАЧІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ЗМІСТУ

Сучасна дидактика, виходячи з аналізу фаз творчого циклу, виділяє два типи творчих задач із фізики – *дослідницькі* та *конструкторські*. Розв’язання задач першого типу передбачає побудову абстрактних теоретичних моделей для пояснення певного факту або явища, другого – перехід від абстрактних моделей до нових фактів дійсності (законів, формул, графіків тощо) [6].

Навчальна дослідницька фізична задача – це:

- а) інформаційна задача, предметом якої є фізичні явища, факти та адекватні їм моделі, яка розв’язується методами наукових досліджень або їх елементів;
- б) проблемна навчальна задача як практичного, так і теоретичного характеру, розв’язування якої передбачає навчально-дослідницьку діяльність.

Постановка дослідницьких задач здійснюється поетапно із зростанням рівня складності в процесі засвоєння певного завершеного навчального модуля (теми, розділу, курсу тощо). Системний підхід до впровадження прикладних фізичних дослідницьких задач передбачає їх розподіл за рівнями, що характеризуються складністю інтелектуальних операцій.

На основі визначених рівнів складності розроблено систематизацію прикладних дослідницьких фізичних задач у межах окремого навчального модуля.

Задачі першого рівня складності:

1. Дослідження відмінностей між моделями та їх реальними прообразами.
2. Дослідження на основі побудованих моделей:
 - 2.1. Положень, правил, фактів, законів:
 - 2.2. Математичних співвідношень.
 - 2.3. Графіків.

Задачі другого рівня складності:

3. Узагальнення результатів спостережень та експериментів.
4. Перевірка або доведення гіпотез.

Задачі третього рівня складності:

5. Висунення припущень і формулювання гіпотез.
6. Побудова ідеальної моделі:
 - 6.1. Графічної.
 - 6.2. Аналітичної.
7. Добір засобів вимірювання.
8. Розроблення моделі експерименту.

Задачі четвертого рівня складності:

9. Комплексне застосування основних методів пізнання:
 - 9.1. Теоретичних.
 - 9.2. Емпіричних.

Фізика відіграє важливу роль у розв’язанні різноманітних завдань. Зокрема, фізико-математичні методи успішно застосовуються під час розв’язування багатьох задач управління сільським господарством: аналіз процесів розширеного виробництва,

визначення темпів і пропорцій його розвитку, аналіз ефективності розміщення виробництва і капітальних вкладів, оптимізація використання ресурсів, забезпечення господарства матеріалами й технікою.

Учні ознайомлюються з найпростішими формулами, які економісти сільського господарства використовують у своїй повсякденній роботі.

Нехай C – собівартість одиниці продукції, Z_0 – загальні витрати на виробництво продукції, Z_n – витрати на виробництво побічної продукції, V_3 – валовий збір основної продукції. Тоді $C=Z_0-Z_n/V_3$.

Нехай j_0 – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля, трактора, причепа; $\sum S_\phi$ – фактична сумарна маса перевезеного вантажу, $\sum S_n$ – нормативна сумарна вантажопідйомність транспортних засобів. Тоді $j_0 = \sum S_\phi / \sum S_n$.

Нехай U – продуктивність праці, q – кількість виробленої продукції, T – час, затрачений на її виробництво. Тоді $U=q/T$.

За формулою $y(x)=ax+b$ обчислюються залежності:

- урожайності від внесених добрив;
- $y(x)=a+b/x$ – вартості продукції від урожайності культур;
- $y(x)=ax+b+cx^2$ – рентабельності виробництва від його розмірів;
- $y(x)=ax^b$ – фонду оплати праці від валового доходу (a та b – параметри, які залежать від конкретних умов виробництва).

За допомогою відповідних комп'ютерних програм складаємо таблиці для їх обчислення.

Звертаємо увагу учнів на те, які фактори впливають на зниження собівартості продукції (зменшення затрат праці на виробництво продукції, підвищення врожайності, економне витрачання добрив, запобігання їх втратам під час перевезення).

Подаємо приклади прикладних фізичних дослідницьких задач.

Задача. Визначення об'єму ґрунту, знятого для рекультивації під час прокладання зрошувального каналу. Знаходження площі бетонних плит, потрібних для облицювання стін і дна водосховища.

Наприклад, будується зрошувальна система. Довжина її 20 км. Канали для прокладання труб риють глибиною 1,5 м, шириною 1,1 м. Для збереження землі впродовж каналу знімається шар ґрунту шириною 2,2 м і глибиною 40 см. Якщо труби вкладено, канави засипають, а ґрунт розгортають на попередньому місці. Відновлену площу знову можна засівати.

Учні виконують такі завдання:

1. Визначити об'єм ґрунту, який знято для рекультивації.
2. Яку площу поля збережено завдяки рекультивації?
3. Визначити площу поверхні водосховища, яку треба покрити облицювальними плитами (дно і бічні стіни).
4. Скільки бетонних плит розміром 1,5x4 м потрібно для облицювання внутрішньої поверхні водосховища?
5. Визначити об'єм водосховища.

Задача. Агроном фермерського господарства повідомляє про те, що конфігурація полів має важливе значення для ефективного використання сільськогосподарської техніки. Більшість з них мають форму прямокутника, зручну для обробітку. Продуктивність праці на полі прямокутної форми більша, тому що сільськогосподарські машини здійснюють менше поворотів і холостих проїздів, ніж на полях квадратної форми такої ж площі. Спеціалісти підраховали, що на полях прямокутної форми з відношенням сторін 1:3 або 1:5 створюються найкращі умови для обробітку. Поля квадратної форми – це здебільшого невеликі зрошувальні ділянки для вирощування овочів. Поля трикутної або трапецевидної містять господарські забудови, яри або інші перешкоди.

Щоб збільшити площу орної землі, не потрібно здійснювати забудов, прокладати доріг. Після закінчення робіт, що порушують ґрунт (прокладання доріг, трубопроводів, землерийні роботи тощо), здійснюють рекультивуацію, тобто відновлення: знімають родючий шар завтовшки 40–120 см і згортають в окреме місце, а після закінчення робіт його розгортають на відповідній ділянці.

Для розв'язання цієї задачі потрібні такі дані: витрати на 1 га (зарплата механізаторів; вартість пального; амортизаційні витрати; поточний ремонт; вартість насіння; інші витрати); заготівельна ціна пшениці.

Визначаємо: а) загальну площу поля; б) площу, яку займає яр; в) посівну площу; г) вартість урожаю з 1 га; д) чистий прибуток з 1 га; е) чистий прибуток з усієї засіяної площі; є) втрати врожаю (у ц) та грошові втрати на незасіяній ділянці.

Розв'язуючи задачу, учні ознайомлюються з методами боротьби із поширенням ярів: невеликі загортають, а вздовж периметра великих насаджують дерева та кущі.

Дослідницькі задачі, пов'язані з економічними розрахунками, є важливим дидактичним засобом, що не лише збуджує інтерес до вивчення фізики і сприяє поглибленню знань, а й відіграє велике значення в професійній орієнтації школярів.

Подаємо приклади подібних задач.

Задача. Визначити річну потребу тваринницького комплексу в сіні.

Дані, потрібні для розв'язання задачі, отримують під час екскурсії на тваринницький комплекс.

Алгоритм розв'язування задачі. Обчислити:

- 1) кількість голів великої рогатої худоби;
- 2) тривалість стійлового періоду;
- 3) добову витрату сіна на 1 голову;
- 4) масу 1 м³ сіна;
- 5) кількість скирт, які потрібні для зберігання сіна, якщо розміри однієї – 8х25х4 м.

Задача. Обчислити кошторисну вартість ремонту тваринницького комплексу.

Учням пропонується завдання – на тваринницькому комплексі треба обштукатурити 0,3 площі стін, а також повапнувати внутрішні та зовнішні стіни.

Перед виконанням роботи з'ясуємо, які параметри й величини потрібні знати для її виконання:

1. Вартість штукатурення 1 м^2 стіни.
2. Вартість вапнування 1 м^2 внутрішньої стіни.
3. Вартість вапнування 1 м^2 зовнішньої стіни.

Школярі визначають розміри тваринницького комплексу (6 приміщень): загальну площу стіни; площі вікон і дверей; вартість штукатурних робіт і вапнування; вартість ремонту.

Задача. Визначити обсяг робіт, виконаних бригадою механізаторів (в гектарах умовної оранки).

Надаємо учням інформацію про виконання робіт бригадою: оранка на зяб – 120 га, боронування – 250 га, збирання зернових – 120 га, очищення зерна – 450 ц, косовиця трав – 40 га, а також ознайомлюємо їх з таблицею коефіцієнтів переведення робіт у гектари умовної оранки (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Види робіт	Одиниця, що переводиться	Коефіцієнт переведення
Оранка на зяб	Га	1,2
Боронування	Га	0,05
Збирання зернових	Га	0,9
Косовиця трав	Га	0,17
Очищення зерна	Т	0,2

Нехай x – обсяг робіт окремого виду, y – величина цього обсягу в гектарах умовної оранки. Учні мають виразити залежність між цими величинами й побудувати графік залежності для кожного виду робіт.

Задача. Визначити потреби фермерського господарства в добривах.

Розв'язуючи задачу, учні використовують орієнтовну табл. 2.6 економічно доцільних норм внесення мінеральних добрив для відповідної сільськогосподарської культури.

Таблиця 2.6

Культура	Мінеральні добрива (ц/га)	Органічні добрива (ц/га)
Озима пшениця	8–9	10–15
Картопля	10–11	30–35
Цукрові буряки	18–20	20–25
Кукурудза на зерно	9–11	20–25
Кукурудза на силос	9–11	20–25
Соняшник	5–7	–

Виконуючи потрібні обчислення, заповнюють табл. 2.7:

Таблиця 2.7

Культура	Площа (га)	Мінеральні добрива	Органічні добрива
Озима пшениця	600		
Картопля	80		
Цукрові буряки	400		
Кукурудза на зерно	250		
Кукурудза на силос	200		
Соняшник	120		

Одразу ж після завершення процесу жнивування, закладають фундамент майбутнього врожаю. Грунт, як і будь-яке інше знаряддя виробництва, зношується, втрачає значну частину своїх поживних речовин, а тому й родючості. Щоб цього не трапалося, його підживлюють органічними й мінеральними добривами.

Водночас з підтриманням продуктивності наявних земель посівні площі збільшують завдяки осушуванню й зрошуванню заболочених місцевостей, регулюванню русел річок і поверхневого стоку вод, закріпленню пісків, ярів тощо. Усе це – меліоративні роботи (від лат. *melioratio* – поліпшення). Їх мета – підвищити родючість ґрунту.

Площу S поперечного перерізу каналу називають живим перерізом, а межу l цього каналу – його змоченим периметром. На основі теоретичних положень і практичних розрахунків з'ясовано, що серед каналів із заданим «живим» перерізом найбільшою пропускною здатністю та найменшою фільтрацією характеризуються канали з найменшим змоченим периметром. Вони мають гідравлічно найвигідніший профіль.

У меліоративній практиці споруджують канали або лотки з поперечним перерізом у формі прямокутника, трикутника, трапеції й сегмента круга.

Проектуючи такі канали, прагнуть наблизити величину живих перерізів до гідравлічно найвигідніших, тобто досягти таких метричних співвідношень елементів каналу, за яких величина l має найменше значення (при заданих S і m). У цьому випадку тertia води об дно й стіни каналу є найменшою. Тому швидкість і пропускна здатність каналу найбільші. Водночас зменшуються витрати на утримання каналу. Важливо розрахувати найвигідніший гідравлічний профіль для каналів зазначених форм.

Задача. Визначимо, при якому відношенні глибини до ширини канал прямокутного перерізу має гідравлічно найвигідніший профіль.

Нехай x – ширина каналу, S – його живий переріз. Тоді глибина каналу – S/x , а його змочений периметр $l(x) = x + 2S/x$. Задача зводиться до обчислення найменшого значення функції $l(x)$ на проміжку $]0; l[$. Обчислимо похідну функції $l'(x)$: $l'(x) = x^2 - 2S/x^2$. Оскільки $l'(2S) = 0$, $l'(x) < 0$ при $0 < x < 2S$ і $l'(x) > 0$ при $x > 2S$, то функція $l(x)$ в точці $2S$ досягає найменшого значення.

Отже, ширина каналу в розглянутому випадку становить $2S$, глибина $S/2S$, а шукане відношення – $1/2$.

Якщо переріз каналу – рівнобедрена трапеція, то найвигідніший гідравлічний профіль матиме канал з кутом при вершині 90° .

Задача. Припустимо, що переріз каналу – рівнобедрена трапеція з кутом нахилу α , таким, що $\text{ctg}\alpha = m$. При якому відношенні ширини дна до його глибини канал матиме гідравлічно найвигідніший профіль?

Нехай ширина каналу b , а його глибина h . Тоді $BC = h\text{ctg}\alpha = mh$, $AC^2 = AB^2 + BC^2 = h^2 + m^2$; $S = 1/2 h(2b + 2hm) = bh + mh^2$ (1).

Розв'язавши рівняння (1), $l = b + 2AO = b + 2h \sqrt{1 + m^2}$ ($0 < h$), отримуємо $b = S - mh^2/h$, тому $l(h) = S/h - mh + 2h \sqrt{1 + m^2}$ ($0 < h$).

За допомогою похідної знаходимо, що функція l досягає найменшого значення на інтервалі $]0; l[$ при $h_0 = S/2(1 + m^2) - m$.

Шукане відношення дорівнює: $b : h_0 = (S : h_0^2) - m = 2(1 - m^2 - m)$.

Якщо переріз каналу – сегмент круга, то гідравлічний профіль залежить від центрального кута α ($0 < \alpha$).

Живий переріз каналу обчислимо як різницю площ сектора і трикутника: $S = 0,5R^2(\alpha - \sin\alpha)$. Звідки: $R = 2S/\alpha - \sin\alpha$, тому змочений периметр $l(\alpha) = R\alpha = 2S \alpha^2/\alpha - \sin\alpha$.

Дослідимо функцію $f(\alpha) = \alpha^2/\alpha - \sin\alpha$ при $0 < \alpha < \pi$:

$$f'(\alpha) = \alpha(1 + \cos\alpha) - 2\sin\alpha/(\alpha - \sin\alpha)^2.$$

Оскільки $\sin\alpha < \alpha$ і $\alpha/2 < \text{tg}\alpha/2$ на розглядуваному інтервалі, то похідна на ньому визначена і від'ємна. Тому f і l спадають на цьому інтервалі, причому l (оскільки вона неперервна) досягає на ньому найменшого значення при $\alpha = \pi$.

Отже, перерізом каналу має бути півколо.

Розв'яжемо задачу, використавши знання з теорії ймовірностей.

Задача. Бюро прогнозів повідомило, що з 10-ти днів, відведених на жнива, три будуть дощові. В які дні йтиме дощ – невідомо. Найгірше, коли таких днів буде три поспіль. Яка ймовірність провести жнива за сприятливих умов?

Рівнозначними є такі варіанти погоди, за яких дощ ітиме будь-яких три дні з десяти, наприклад (1, 2, 3), (1, 6, 10) або (1, 2, 7) та ін., а також якщо з 10-ти днів два дощових. Складемо таблицю таких варіантів.

Пари (1, 1), (2, 2), ..., (10, 10), розташовані вздовж діагоналі таблиці, відкидаємо, тому що вони не складають двох різних днів. Залишається $100 - 10 = 90$ варіантів. Окрім того, варіанти пар дощових днів, що розташовані над діагоналлю, наприклад (1, 2), тотожні симетричним варіантам щодо діагоналі, наприклад (2, 1), тому лишається $90 : 2 = 45$ варіантів.

Щоб визначити, скільки варіантів погоди з трьома дощовими днями із десяти, треба до кожного з 45-ти знайдених додати ще один день. Наприклад, у випадку (1, 2) матимемо вісім різних варіантів: (1, 2, 3), (1, 2, 4), ..., (1, 2, 10). І так для кожного з 45-ти. Тому можливих варіантів погоди з трьома дощовими днями буде $45 \cdot 8 = 360$. У цьому числі варіантів кожний випадок погоди враховано тричі. Наприклад, (1, 2, 3), (3, 2, 1). Тому всіх випадків очікуваної погоди буде $360 : 3 = 120$. Хто ознайомлений з елементами комбінаторики, міг би отримати цей результат, обчисливши число комбінацій з 10 по 3:

$$C_{10}^3 = 10!/3!(10-3)! = 10!/3!7! = 7 \cdot 8 \cdot 10/3! = 720/6 = 120.$$

Несприятливими для жнив будуть дні, що входять до складу восьми комбінацій: (1, 2, 3), (2, 3, 4),..., (8, 9, 10). Тому ймовірність ускладнення жнив $P = 8/120 = 0,07$, або 7%. Отже, можна провести жнива без втрат з імовірністю $1 - 0,07 = 0,93$, або 93%.

Неоднозначне розуміння змісту окремих понять досить часто призводить до некоректного їх використання. Іноді поняття «творча задача» трактують як складну задачу, розв'язання якої може бути здійснене на основі оволодіння високим рівнем знань відповідного предмета. Якби це було б так, то будь-яка проблема легко вирішувалась би за допомогою комп'ютера.

Психолог А. Ф. Єсаулов стверджує, що «...задачі – це визначені системи інформаційних процесів, неузгоджене або навіть суперечливе співвідношення між якими потребує їхнього перетворення» [52; 17]. Інший учений, О. М. Леонтьєв, під задачею розуміє «...мету, що подана в певних умовах» [25; 309]. Зрозуміло, що під таким «перетворенням» або досягненням «мети» розуміється процес розв'язування задачі.

Відомий фахівець із психології творчості Я. О. Пономарьов у загальному вигляді задачу розуміє як «...стан недоорганізованості взаємодіючої системи компонентів», а процес її розв'язування відповідає «доорганізації системи» [32].

Під час вивчення фізики використовуються відповідні навчальні задачі. Від інших задач вони відрізняються не лише змістом, а й засобами та методами розв'язування. Фізики-методисти С. Є. Каменецький та В. П. Орехов наголошують, що «...фізичною задачею в навчальній практиці зазвичай називають невелику проблему, яка в загальному випадку розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій й експерименту на основі законів і методів фізики» [18; 5].

Фізичні задачі в методиці навчання фізики класифікують за різними ознаками, наприклад, за способом подання умови, змістом, рівнем складності, дидактичною метою, способами розв'язування тощо [25; 82–83; 28; 269–277].

Для розв'язування звичайних логіко-математичних задач, які традиційно використовуються в якості тренувальних вправ, та оцінювання рівня досягнень учнів відпрацьовано характерні для кожної галузі науки методи, розроблені відповідні алгоритми [11]. За умови оволодіння навчальним матеріалом з фізики та математики, використання відповідних алгоритмів, як правило, дає змогу розв'язати будь-яку згадану вище задачу.

Але є й такі задачі, для розв'язання яких цього недостатньо. Вони належать до категорії творчих. «Творчою, – як вказує дидакт І. Я. Лернер, – вважається задача, дії з розв'язування якої не детермінуються або не повністю (неоднозначно) детермінуються певними приписами, тобто досліджувачу невідомий алгоритм розв'язування й необхідно здійснити пошук, етапи якого невідомі» [24; 81].

Відомий фізик-методист В. Г. Розумовський дає означення творчої задачі з фізики. Він підкреслює, що «...творча – це задача, у якій сформульована певна вимога, що може бути виконана на основі знання фізичних законів, але відсутні прямі й опосередковані посилання на відповідні фізичні явища» [38; 10].

До творчих належать як логіко-математичні, так і експериментальні, дослідницькі, винахідницькі, конструкторські та раціоналізаторські задачі. Винахідницькі, конструкторські та раціоналізаторські класи задач мають технічне розв'язання, у результаті якого можна створити практичний засіб, здатний виконувати певну функцію [36; 156].

Вдалою, на думку автора, є класифікація творчих задач за способом розв'язування, де відображено будь-яку діяльність суб'єкта, що сприяє розвитку творчих здібностей.

На основі нових знань здійснюються винаходи, що втілюються в життя після розв'язання конструкторських задач. Будь-який пристрій або технологія можуть зазнати незначного удосконалення внаслідок розв'язання раціоналізаторської задачі. Такий процес має продовження, адже розвиток техніки сприяє підйому на вищій щабель науки. Нові наукові відкриття знову призводять до винаходів.

Незважаючи на поширеність у психології, дидактиці та педагогічній практиці словосполучення «*творча задача*», воно все ж таки умовне. Ознака «*творча*» у прямому значенні цього слова не розкриває ні форми, ні змісту задачі як проблеми. Творчою може бути лише діяльність, в ході якої одержуємо новий продукт. До неї належать як знаходження оригінальних способів та засобів, так і результат розв'язування певної задачі.

Розв'язування творчої задачі не можна алгоритмізувати. Процес її розв'язання аналогічний процесу творчості. Фахівець у галузі психології творчості Я. О. Пономарьов процес розв'язання творчої задачі розділяє на дві основні фази:

1) інтуїтивний пошук та одержання проміжного результату (фаза «психологічного» розв'язування);

2) вербалізація і формалізація («логічне» розв'язування).

Творчі задачі можна також розділити на два класи за рівнем усвідомлення пошуків способів її розв'язання. «Один з них, – стверджує Я. О. Пономарьов, – становлять ті задачі, що можуть бути розв'язані засобами планомірного використання усвідомлених способів та прийомів, однак у процесі їх розв'язування проявляється суттєва ознака функціонування психологічного механізму розв'язання творчих задач – зміна домінуючих рівнів. Цей процесуальний момент і виступає особливим критерієм, раніше ніким не використовуваним, належності тієї або іншої задачі до категорії творчих. Суттєвою ознакою класу творчих задач є те, що діапазон домінуючих рівнів не виходить за межі усвідомлюваного з різною мірою повноти.

До іншого класу належать задачі, у яких відображенно глибші протиріччя, і їх розв'язування опосередковується неусвідомлюваними евристичними. Суттєва ознака цього класу творчих задач – «...обов'язкова приналежність до домінуючих рівнів, що знаходяться в межах неусвідомлюваного» [33].

Результатом творчості можна вважати й одержувані під час розв'язання задачі знання. Розглядаючи їх під кутом зору наведеної вище класифікації творчих задач, Я. О. Пономарьов підкреслює, що «...знання, отримані у процесі розв'язування творчої задачі другого класу, можна інтерпретувати як революцію, стрибок у розвитку; знання, отримані внаслідок розв'язання творчої задачі першого класу – як еволюцію, поступовість у розвитку» [33].

Однією з характерних особливостей творчих задач є те, що вони можуть мати значну кількість розв'язувань.

Наприклад, розглянемо таку задачу. У найпростіших мікроскопах скельце, на якому розміщують досліджуваний предмет (препарат), переміщують вручну. Різкі та відносно великі переміщення скла не дають можливості встановити потрібну для розгляду частину препарату одразу в полі зору оптичної системи приладу. Як плавніше переміщати скельце мікроскопа?

Наведемо кілька можливих варіантів її розв'язування.

1. Переміщення скельця можна здійснювати за допомогою гвинта з досить малим кроком різьби (як у мікрометрі або, принаймні, на токарному верстаті та в деяких конструкціях реостатів).

2. Для переміщення скельця можна використати пристрій, в основі роботи якого лежить принцип теплового розширення твердих тіл.

3. Того ж результату можна досягти за допомогою пристрою, принцип дії якого базується на явищі магнітострикції.

Кількість можливих варіантів розв'язання даної задачі необмежена.

Кожне конкретне розв'язання однієї й тієї ж задачі обумовлено як об'єктивними, так і суб'єктивними факторами. До об'єктивних належить сучасний рівень розвитку науки й техніки. Суб'єктивні ж визначаються рівнем розвитку певного індивідуума – його творчими здібностями, освітою, спеціальною підготовкою тощо. Перший варіант розв'язування наведеної вище задачі базується на змісті розділу «Механіка», другий – на навчальному матеріалі молекулярної фізики, а третій – електродинаміки. Учень може запропонувати варіант розв'язування певної задачі лише на рівні оволодіння відповідним матеріалом курсу фізики. Іноді здається, що знайдено ідеальний розв'язок певної задачі, але з часом з'явиться новий, оптимальніший.

Характерною ознакою творчої задачі є те, що вона не може бути розв'язана за допомогою електронної машини. Учений Я. О. Пономарьов підкреслює, що «...той клас задач, розв'язання яких доступне для машинного моделювання, не належить до творчих. Неможливість моделювання розв'язку за допомогою сучасних комп'ютерів є одним із критеріїв творчості» [32; 13].

Ще однією характеристикою творчої задачі є неможливість формулювання оберненої, на відміну від стандартних і тренувальних вправ.

Наприклад, в умові стандартної задачі, яка використовується в якості тренувальної вправи або відповідного контрольного завдання, дано A та B і потрібно знайти C . Така задача має дві обернені. Умова однієї з них містить компоненти A та C , а потрібно визначити B . Умова іншої оберненої задачі містить компоненти C та B , а процес її розв'язання вимагає відшукування A .

У випадку творчої задачі, якщо до її умови входять A та B , то результатом розв'язання може бути не лише C , а й D, E, Q, \dots (кілька варіантів розв'язку).

У педагогічній практиці досить часто використовуються задачі, що мають не лише об'єктивну, а й суб'єктивну новизну. Але, з точки зору психології творчості, характер новизни для суб'єкта творчої діяльності значення не має. «Будь-яка людина, – пише Т. Рібо, – займається творчістю в тій чи іншій мірі. З власної необізнаності вона може винайти відоме. Якщо для інших це не буде створенням нового, то для винахідника воно є таким» [36; 103]. Такої ж думки й В. Г. Розумовський: «Для розвитку творчих здібностей характер новизни не має значення. Вона може бути об'єктивною й суб'єктивною» [36; 25].

У фундаментальній праці «Творчі задачі з фізики в середній школі» В. Г. Розумовський наголошує, що творчі задачі потрібно використовувати на завершальній

стадії оволодіння навчальним матеріалом. «Творчість, – стверджує він, – пов’язана з використанням знань у нових умовах. Тому під час розв’язування творчих вправ мають використовуватися закони, принципи, правила, формули певної наукової галузі. Для засвоєння понять, різноманітних вихідних та ілюстративних експериментальних фактів достатньо тренувальних вправ» [38].

Творчі задачі доцільно використовувати на всіх етапах навчання фізики: від подачі нового матеріалу – до оцінювання рівня освітніх досягнень, враховуючи, що досягнення полягають не лише в формальному засвоєнні знань, а й у розвитку творчих здібностей.

Практика свідчить, що досить часто учні пропонують оригінальні варіанти розв’язування творчих задач, невідомі вчителю. Для підтвердження цього доцільно звернутись до описів зроблених ними «винаходів», які нікому невідомі, тобто є оригінальними способами розв’язування.

Важливість творчих задач для процесу навчання фізики важко переоцінити. Без їх використання навчальний процес буде спрямований лише на засвоєння знань, а не на розвиток творчої особистості. Лише пошукова діяльність, якою є процес розв’язання творчих задач, сприяє розвитку творчих здібностей учнів. На це звертають увагу фахівці в галузі психології творчості та дидактики. «Практичне розв’язування задачі, – пише психолог О. К. Тихомиров, – це завжди взаємодія суб’єкта й об’єкта, під час якої перетворюється не лише задача, об’єкт мислення, але й суб’єкт» [48; 33]. Це підтверджується результатами багатьох досліджень.

Найвищим проявом творчості є вміння ставити проблеми, перетворювати їх у задачні ситуації, складати й розв’язувати їх.

Систематичне застосування в процесі навчання фізики дослідницьких та творчих задач, структурованих за основними методами пізнання; складністю інтелектуальних операцій; відповідними етапами засвоєння знань, є ефективним засобом розвитку продуктивного мислення старшокласників.

РОЗДІЛ III. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРУ

3.1. КУРС ЗА ВИБОРОМ «ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ З ФІЗИКИ» ЯК НАВЧАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ВИРОБНИЧОГО ХАРАКТЕРУ

Розв'язуванню прикладних фізичних задач належить одна з провідних ролей у системі навчання фізики. За останні десятиріччя суттєво розширено й переосмислено значущість цілеспрямованої діяльності учнів з розв'язування задач. Добираючи й складаючи задачі виробничого характеру, визначають місце кожної у структурі уроку, дотримуючись принципу системності – наступна містить елементи попередньої. Побудова логічних ланцюжків задач з урахуванням рівня фізичного мислення, індивідуальних особливостей учнів та змісту навчального матеріалу створює необхідні умови для ефективного навчання їх розв'язання. Щоб необхідні умови набули статусу достатніх, потрібно застосовувати високоякісні освітні технології.

Головна умова успішного розв'язування задач – знання учнями фізичних закономірностей, розуміння сутності і змісту фізичних величин, способів й одиниць їх вимірювання. До обов'язкових належить також математична підготовка. Надалі превалює навчання як певним загальним, так і спеціальним прийомам розв'язування прикладних різнотипних задач. Ідеальним було би створення алгоритмів розв'язку, тобто точних приписів, що передбачають виконання елементарних операцій і безпомилково приводять до шуканого результату. Однак, багато задач нераціонально, а іноді й неможливо розв'язати алгоритмічним шляхом. Буває, не існує алгоритму розв'язку або ж він – складний та громіздкий і передбачає перебір величезної кількості варіантів.

Систематичне застосування загальних правил і приписів під час розв'язування типових задач формує у школярів відповідні навички мисленнєвої діяльності, вивільняє ресурс для здійснення складнішої творчої діяльності. Задачі розв'язують у певній системі з логікою досліджуваного матеріалу, максимально враховуючи його загальні закономірності. Проте засвоєння готових і загальних положень ще недостатньо для успішного розв'язування масиву різнотипних прикладних фізичних задач.

Розв'язування задачі – це активний пізнавальний процес, велику роль у якому відіграють спостереження фізичних явищ й експеримент, що дають змогу сформувати відповідні образи й уявлення, уточнити й довізнати умову, отримати забраклі дані, встановити залежність між величинами тощо.

Розв'язування задачі здійснюється поетапно, зокрема, засвоєння й аналіз умови; встановлення функціональних залежностей між структурними елементами; пошук і вибір раціональних способів розв'язування; складання плану їх реалізації; логічне обґрунтування й оформлення розв'язку; аналіз і перевірка вірогідності одержаних результатів.

Педагогічне управління мисленнєвою діяльністю учнів на завершальному етапі спрямоване на узагальнення, систематизацію знань та практичних умінь і передбачає:

- критичне оцінювання результату, його фізична і практична достовірність (реалістичність, узгодженість з розмірностями, відповідність загальним фізичним та методичним принципам, можливість експериментальної перевірки й графічної інтерпретації, коректність);

- обґрунтування фізичної сутності результату й усвідомлення основної ідеї та методу розв'язування;
- узагальнення результатів шляхом установлення зв'язків задачі з раніше розв'язаними;
- пошук раціональних методів розв'язування;
- складання нових задач на основі розв'язаної з дотриманням принципу системності.

Структуру процесу розв'язування фізичної задачі подано у вигляді схеми (рис. 3.1).

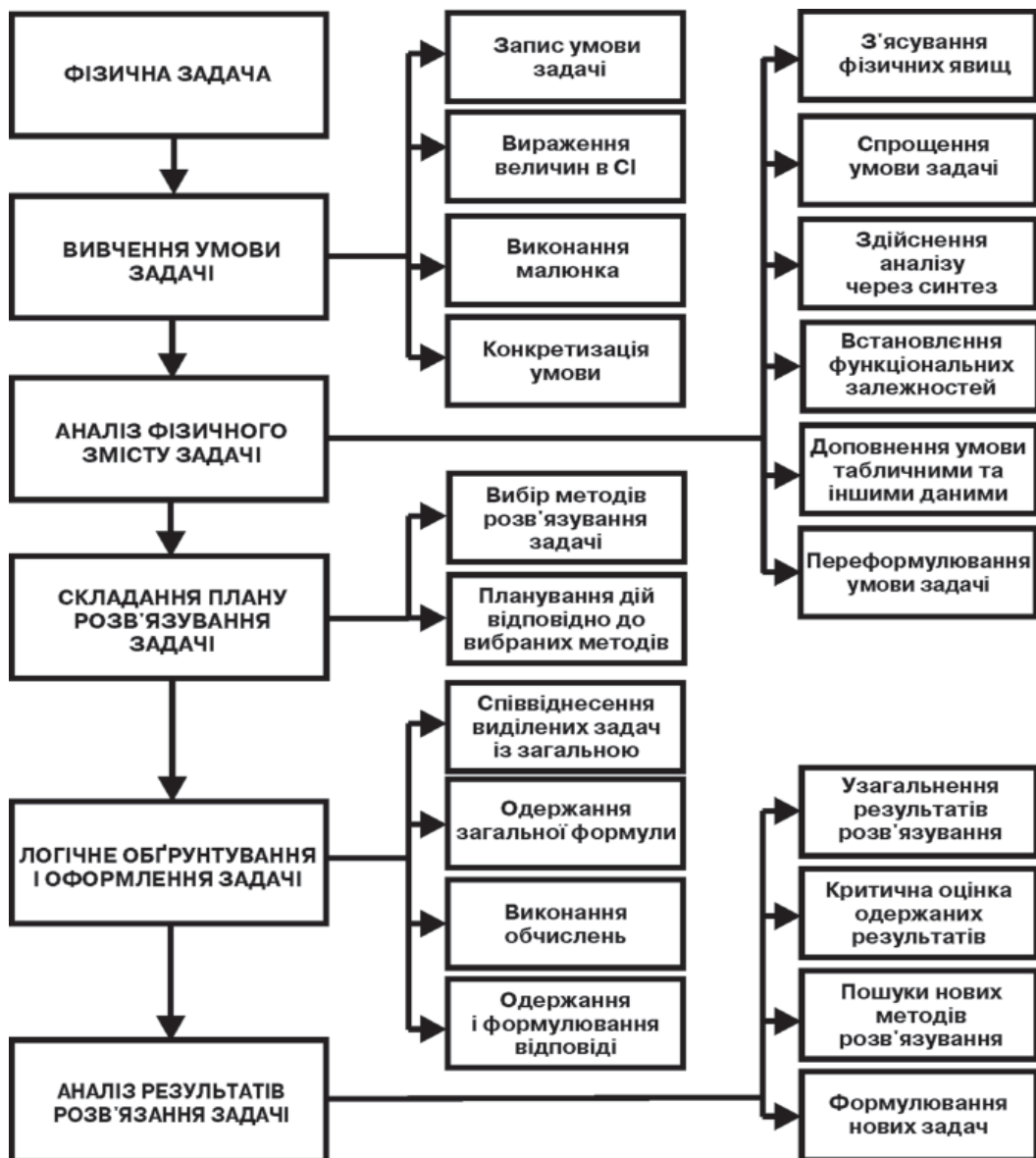


Рис. 3.1. Узагальнена схема розв'язування фізичної задачі

Потужним засобом ефективного розв'язування прикладних фізичних задач є створення відповідного освітнього середовища, що передбачає впровадження у навчальний процес предметних, міжпредметних, профільних та прикладних курсів за вибором.

Курси за вибором – це курси профільного характеру, які поглиблюють та розширюють межі профільних предметів, розвивають, доповнюють й інтегрують їх зміст. Мета курсів за вибором – задоволення індивідуальних освітніх інтересів, потреб і нахилів кожного школяра.

Завдання курсів: сприяти у виборі напряму або профілю навчання у старшій школі (шляхом вивчення курсів за вибором на допрофільному рівні учень має можливість свідомо вибрати профіль навчання); поглиблювати знання з профільних предметів; допомагати в професійному самовизначенні випускникам загальноосвітніх навчальних закладів; стимулювати розвиток загально-навчальних і професійних умінь та навичок учнів; підготуватися до зовнішнього незалежного оцінювання, державної підсумкової атестації.

Функції, що виконують курси за вибором: дають змогу вивчати основні профільні предмети на належному рівні за рахунок насичення профільного курсу додатковим змістом, що поглиблює та розширює знання з основних предметів; розвивають зміст одного з базових навчальних предметів, вивчення якого здійснюється на мінімальному рівні, що надає можливість підтримувати вивчення суміжних предметів або одержувати додаткову освіту для участі в зовнішньому незалежному оцінюванні; мають здатність задовольнити пізнавальні інтереси в різних сферах діяльності.

Курси за вибором поділяються на предметно-орієнтовані, що дають змогу учням реалізувати власні пізнавальні інтереси у вибраній освітній галузі та формують уміння й способи діяльності для практично важливих завдань (навчальна практика, проектна технологія, дослідницька діяльність); міжпредметні, завдання яких полягає у створенні умов для формування індивідуальної освітньої траєкторії розвитку професійних інтересів учнів; підтримують мотивацію учнів, сприяють внутрішньо-профільній спеціалізації.

Зміст програм предметно-орієнтованих курсів передбачає поглиблене вивчення окремих тем базових загальноосвітніх програм, забезпечує підвищений рівень вивчення певного навчального предмета.

Предметно-орієнтовані курси поділяються на кілька груп підвищеного рівня, спрямовані на поглиблене вивчення навчального предмета. Такий курс дає змогу вивчати будь-який навчальний предмет не на профільному, а на поглибленому рівні (розділи курсу поглиблюються рівномірно); поглибленого вивчення окремих розділів, що є обов'язковим у програмі цього предмета; поглибленого вивчення окремих розділів, що не входять до обов'язкової програми; прикладні, мета яких – ознайомлення учнів із важливими шляхами і методами використання знань на практиці, розвиток інтересів учнів до сучасної техніки та виробництва; з вивчення методів пізнання природи; вивчення історії предмета, що входить (не входить) у навчальний план (фізики, біології, хімії, географічних відкриттів, астрономії, техніки, релігії тощо); з вивчення методів розв'язування задач, складання та розв'язування задач на основі фізичного, хімічного, біологічного експериментів.

Зміст деяких спецкурсів має не повторювати змісту академічного або профільного рівнів, а доповнювати й інтегрувати їх.

Вимоги до змісту та оформлення програм курсів за вибором.

Розроблення курсів за вибором у старшій школі здійснюється на основі принципів індивідуальності, доступності, наступності, результативності. Навчальний матеріал формується відповідно до критеріїв відбору змісту: відповідність профілю навчального закладу; врахування сучасних досягнень профільної наукової галузі; опора на зміст базових навчальних предметів; врахування регіональних потреб у працівниках певних спеціальностей та можливості реалізації програми спецкурсу (умови регіону, матеріально-технічна база навчального закладу тощо).

Програма курсу за вибором, як і будь-яка навчальна програма, має містити: пояснювальну записку, змістову частину, додатки.

У пояснювальній записці повинні бути відображені такі структурні елементи: вступ, мета та завдання факультативу або курсу за вибором; характеристика структури навчальної програми; особливості організації навчально-виховного процесу; рекомендації щодо роботи з програмою.

Зміст навчального матеріалу програми можна подавати у вигляді таблиці разом із вимогами до рівня підготовки учнів.

Основні критерії якості програми спецкурсу: відповідність загальним принципам розвитку системи освіти, критеріям відбору змісту; реалізація завдань із підвищення якості загальної освіти; забезпечення поєднання фундаментальних і практичних знань, розвиток інтелектуальних і творчих здібностей учнів; розкриття значення набутих знань.

Основними вимогами до навчальних програм елективних курсів є короткотривалість, відповідність віковим особливостям учнів, науковість, практична спрямованість, можливість застосування інтерактивних методів навчання.

Зміст профільного навчання з фізики відображено в базовому загальноосвітньому, профільних та курсах за вибором. Задоволення власних освітніх потреб, розвиток індивідуальних здібностей, побудова навчальних програм пов'язані з вибором певного профілю навчання, де враховано інтереси учнів, особистісні перспективні життєві проекти. Курси за вибором доповнюють і розвивають можливості навчального предмета в задоволенні різноманітних освітніх потреб старшокласників.

Орієнтація змісту, методів і форм навчання на застосування фізичних законів і закономірностей у техніці, професійній діяльності, народному господарстві та побуті, оволодіння основами фізичних теорій, набуття вмінь практичного використання знань для розв'язування виробничих завдань, планування та здійснення експерименту, систематизації та узагальнення результатів спостережень і дослідів потребує впровадження в навчальний процес загальноосвітньої школи прикладних курсів за вибором [3, 14, 20, 21].

Вирішення цієї проблеми сприяє зменшенню непомірного навчального навантаження, забезпечує повноцінну профільну підготовку старшокласників, дає змогу ліквідувати прогалини, забезпечити наступність між загальною, фізико-математичною та професійною освітою.

Поглибленого вивчення потребують питання, пов'язані з визначенням мети, завдань, структури, принципів добору змісту, особливостями конструювання навчальної програми курсу за вибором «Прикладні задачі з фізики». Зміст і форма організації занять у межах курсу мають бути спрямовані на створення особливого «задачного середовища», що відображатиме специфіку різнорівневого вивчення предмета.

Мета курсу полягає в індивідуалізації навчання фізики, профільній та початковій професійній підготовці старшокласників відповідно до їхніх інтересів, нахилів й індивідуальних здібностей, підвищенні загальної фізичної культури, поглибленні системи знань, потрібних для практичного застосування фізичних теорій, законів, закономірностей, формуванні вмінь і навичок розв'язування прикладних задач, виконання лабораторних робіт.

Мета курсу конкретизується в таких основних завданнях: задоволення пізнавальних інтересів учнів; сприяння розвитку інтересу школярів до фізики; формування загальнопредметних компетентностей на основі засвоєння учнями прикладних знань про фізичні закони та закономірності, найважливіші теорії й поняття; розвиток практичних умінь і навичок розв'язування задач, здійснення вимірювань фізичних величин, формулювання узагальнень і висновків; формування алгоритмічних та евристичних прийомів розв'язування прикладних фізичних задач; пошуки раціональних методів розв'язування задач; обґрунтування та узагальнення результатів шляхом встановлення системних зв'язків задач; розширення умови задачі шляхом збільшення кількості невідомих; складання задач з дотриманням вимог принципу системності; забезпечення профільної підготовки учнів, ознайомлення їх із практичним застосуванням законів фізики, науковими основами сучасного виробництва, провідними тенденціями його розвитку, питаннями механізації сільського господарства, висвітлення гуманістичної спрямованості фізики, її ролі в житті людини; критичне оцінювання достовірності здобутих результатів; поглиблення допрофесійної підготовки учнів старшої школи, здобуття спеціальності, пов'язаної з використанням прикладних фізичних знань; розвиток інтелектуальних, психічних, творчих, моральних, фізичних, соціальних якостей, прагнення до саморозвитку й самоосвіти.

На заняттях курсу за вибором учень здійснює специфічні види діяльності, при таманні базовому навчальному предмету (планування, проведення експерименту й оброблення отриманих результатів, розв'язування складних обчислювальних, експериментальних, якісних і дослідницьких задач).

У процесі засвоєння змісту курсу за вибором, що відповідає віковим особливостям і пізнавальним інтересам старшокласників, розвивається позитивна навчальна мотивація, надається можливість працювати на підвищеному академічному рівні. Зміст побудований за принципом модульності, тобто його можна вивчати окремо або як складову вищого міжпредметного курсу.

Основні вимоги щодо його структурної організації: зміст навчального матеріалу має бути чітко структурованим і представленим у формі цілісних модулів з обмеженою кількістю незасвоєних раніше понять; кожен модуль, крім навчальної, повинен містити графічну і довідкову інформацію; текстова інформація не повинна дублювати зміст традиційного підручника; на ілюстраціях, що демонструють моделі фізичних явищ або технічних пристроїв, має бути підказка.

Зміст навчального матеріалу укладено відповідно до принципів поглиблення, системності, інтегративності й функціональності теоретичних знань, посилення їх прикладного характеру, методологічної та практичної спрямованості. У його основу покладено такі загальнодидактичні принципи: цілісності (вплив складових системи на формування її цілісності); науковості і доступності (найпростіші завдання є основою для побудови складніших); систематичності (формування фізичних знань і вмій здійснюється систематично й цілеспрямовано); творчої активності й самостійності (самостійне здобуття знань та розв'язування індивідуальних завдань); зв'язку теорії з практикою (усвідомлення життєвої необхідності фізичних знань, розвиток розумового потенціалу дитини).

У процесі вивчення курсу за вибором «Прикладні задачі з фізики» в основному розв'язуються задачі різних рівнів складності, породжені, як правило, певними виробничими потребами.

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

Навчальну програму курсу за вибором розроблено відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [14] з урахуванням основних державних вимог до змісту та рівня навчальних досягнень з фізики учнів старшої школи за такими критеріями: рівень новизни навчального матеріалу; його мотиваційний, навчальний і розвивальний потенціал; повнота й завершеність змістових ліній; логічна послідовність і систематичність викладеного змісту; активні методи навчання (проектні, дослідницькі, ігрові та ін.); рівень контролю та обліку знань; реалістичність з огляду використання навчально-методичних, матеріально-технічних засобів і кадрового потенціалу; формалізація структури програми (наявність пояснювальної записки, основного змісту, очікуваних результатів навчання, списку використаної літератури).

Подаємо орієнтовну програму курсу за вибором «Прикладні задачі з фізики», що передбачає доповнення змісту основного курсу «Фізика – 10» за рахунок варіативної складової Типового навчального плану [47].

СТАРША ШКОЛА (академічний рівень)

10-й клас (35 год, 1 год на тиждень, 3 год – резервний час)

год	Зміст навчального матеріалу	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
6	<p align="center">МЕХАНІКА</p> <p>Розділ 1. КІНЕМАТИКА Механічний рух та його види в сільському господарстві. Рівномірний прямолінійний і рівноприскорений рухи сільськогосподарської техніки та механізмів. Швидкість і пройдений шлях під час рівномірного прямолінійного та рівноприскореного рухів. <i>Експериментальні задачі:</i> Визначення швидкості руху та витрати води в каналі. Порівняння швидкості руху води на поверхні і дні каналу. Визначення кутової швидкості гідрометричної вертушки. Обчислення абсолютного і відносного приросту рослин, а також середньої швидкості росту різних сільськогосподарських культур</p>	<p>Учень: <i>формулює</i> означення кінематичного рівняння руху, кінематичні закони рівномірного та рівноприскореного рухів уздовж прямої; <i>здатний вирізняти і спостерігати</i> механічний рух та його види в сільському господарстві; уміє <i>користуватися</i> масштабною лінійкою; може <i>розв'язувати</i> прикладні задачі сільськогосподарського змісту, застосовуючи кінематичні рівняння руху; <i>будувати</i> графіки руху для рівномірного та рівноприскореного рухів; уміє <i>інтерпретувати</i> результати експерименту, описувати спостережувані явища і процеси в техніці та виробництві, вживаючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки</p>
6	<p>Розділ 2. ДИНАМІКА Механічна взаємодія механізмів і агрегатів. Сила. Види сил у сільському господарстві. Прояви законів динаміки на фермі й у полі. <i>Експериментальні задачі:</i> Визначення густини та об'ємної ваги ґрунту. Визначення коефіцієнта тертя на межі ґрунт–метал. Вимірювання сили тяги, потрібної для переміщення моделі плуга</p>	<p>Учень: <i>наводить</i> приклади прояву законів динаміки в техніці і виробництві, їх практичного застосування в сільському господарстві; <i>розрізняє</i> рівняння кінематики та динаміки руху сільськогосподарських машин і механізмів; уміє <i>користуватися</i> динамометром і <i>визначати</i> конкретні умови рівноваги тіл під дією декількох сил, <i>оцінити</i> похибки вимірювання і <i>дотримуватися</i> правил експлуатації приладів, які при цьому використовуються; може <i>розв'язувати задачі</i> прикладного змісту, застосовуючи закони динаміки під час опису окремих прикладів руху сільськогосподарських машин і механізмів</p>

год	Зміст навчального матеріалу	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
4	<p>Розділ 3. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ Приклади законів збереження енергії та імпульсу в техніці і виробництві. <i>Експериментальні задачі:</i> Визначення потужності тракторних агрегатів під час рівномірного руху тракторів різних марок</p>	<p>Учень: <i>наводить</i> приклади прояву законів збереження енергії та імпульсу в техніці і виробництві, їх практичного застосування в сільському господарстві; може <i>розв'язувати</i> задачі прикладного змісту, застосовуючи закони збереження енергії та імпульсу під час руху сільськогосподарських машин і механізмів</p>
2	<p>Розділ 4. МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ Й ХВИЛІ Колівальний рух. Вимушені коливання. Резонанс. Звук. Ультразвук. Використання ультразвуку в сільському господарстві</p>	<p>Учень: <i>знає</i> умови виникнення коливань, величини, що характеризують гармонічні коливання; здатні <i>пояснити</i> явище резонансу, його прояви в сільськогосподарській сфері; <i>наводять</i> приклади використання ультразвуку в сільському господарстві; здатні <i>розв'язувати</i> прикладні фізичні задачі з визначення параметрів гармонічних коливань</p>
8	<p>МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА Розділ 1. ВЛАСТИВОСТІ ГАЗІВ, РІДИН, ТВЕРДИХ ТІЛ Явище дифузії. Дифузія як засіб переміщення речовин у ґрунті та рослинах. Вологість повітря. Вплив вологості повітря на життєдіяльність рослин і живих організмів, збереження овочів і зерна. Використання властивостей рідин і твердих тіл у сільському господарстві. Змочування ґрунту. Капілярні явища. Експериментальні задачі: Визначення механічного складу ґрунту. Спостереження за капілярним підняттям води в ґрунті. Визначення маси води, що випаровується рослинами. Вимірювання вологості та повної вологоємності ґрунту. Визначення відносної вологості ґрунту на різній глибині. Спостереження за інтенсивністю випаровування з поверхні ґрунту.</p>	<p>Учень: <i>знаходить</i> підтвердження основним положенням молекулярно-кінетичної теорії в природі і техніці; <i>формулює</i> основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії, рівняння стану ідеального газу, газові закони, означення поверхневого натягу рідини і вологості повітря та <i>записує</i> відповідні формули для їх визначення в довіднику; здатний <i>спостерігати</i> змочування і капілярність ґрунтів, вплив пароутворення та конденсації на життєдіяльність рослин і живих організмів; уміє <i>користуватися</i> манометрами різного типу, психрометром і <i>визначати</i> ним вологість повітря; <i>дотримуватися</i> правил їх експлуатації; може <i>розв'язувати</i> прикладні задачі шляхом застосування рівняння стану ідеального газу, відносної вологості повітря; <i>представляти</i> графічно ізопроекти, результати спостережень за допомогою таблиць і графіків; <i>оцінювати</i> роль і практичну значущість води та водяної пари в процесах утворення живих організмів і забезпечення умов їхньої життєдіяльності</p>

год	Зміст навчального матеріалу	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
6	<p>Розділ 2. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ Теплові явища. Тепловий режим ґрунту. Вирощування овочів на захищених ґрунтах. Використання теплової енергії в тваринництві та інших галузях сільськогосподарського виробництва. Теплові двигуни. Застосування теплових двигунів у сільському господарстві. Експериментальні задачі: Визначення температури ґрунту на різній глибині і побудова графіків її зміни впродовж доби, декади, місяця. Визначення теплоємності ґрунту. Визначення коефіцієнта теплопровідності ґрунту методом тонкої пластинки. Визначення коефіцієнта теплопровідності твердих тіл методом Хрістіансена. Використовуючи теплоприймач, порівняти теплопровідність чорноземного і піщаного ґрунтів</p>	<p>Учень: <i>формулює</i> перший закон термодинаміки і <i>записує</i> його формулу для теплових процесів у природі, техніці та сільськогосподарському виробництві; може <i>описати</i> будову двигунів внутрішнього згорання сільськогосподарської техніки, побутового холодильника, <i>розрізняє</i> їх основні конструктивні елементи; може <i>схарактеризувати</i> зміст понять «внутрішня енергія», «кількість теплоти», «робота» під час спостереження та вивчення природних і виробничих процесів; здатний <i>спостерігати</i> прояви законів термодинаміки в природі; <i>робити висновки</i> про можливі шляхи вивільнення, трансформації й використання внутрішньої енергії; уміє <i>конструювати</i> задачі прикладного змісту з дотриманням вимог принципу системності (кожна наступна задача включає елементи попередньої і є складовою наступної); критично <i>оцінює</i> одержані результати прикладної задачі з позиції фізичної та практичної достовірності (реальності результату, відповідності загальним фізичним і методичним принципам, можливості експериментальної перевірки та графічної інтерпретації)</p>
3	РЕЗЕРВ	

У процесі вивчення курсу за вибором «Прикладні задачі з фізики» у старшій школі на основі засвоєння прикладних знань про фізичні закони і закономірності, найважливіші теорії й поняття формуються загальнопредметні компетентності, забезпечується профільна й поглиблюється допрофесійна підготовка учнів, розвиваються вміння та навички розв’язування задач, здійснюється ознайомлення з науковими основами сучасного виробництва, провідними тенденціями його розвитку, висвітлення гуманістичної спрямованості фізики, її ролі в житті людини.

3.2. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Процеси інформатизації сучасного суспільства й усіх форм освітньої діяльності характеризуються вдосконаленням і поширенням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Подібні технології активно застосовуються для передачі інформації й забезпечення взаємодії педагога й учня в сучасних системах відкритого й дистанційного навчання. Учитель повинен не лише мати уявлення про ІКТ, а й бути фахівцем з їхнього застосування.

На рис. 3.2. подано класифікацію засобів ІКТ методичного призначення.

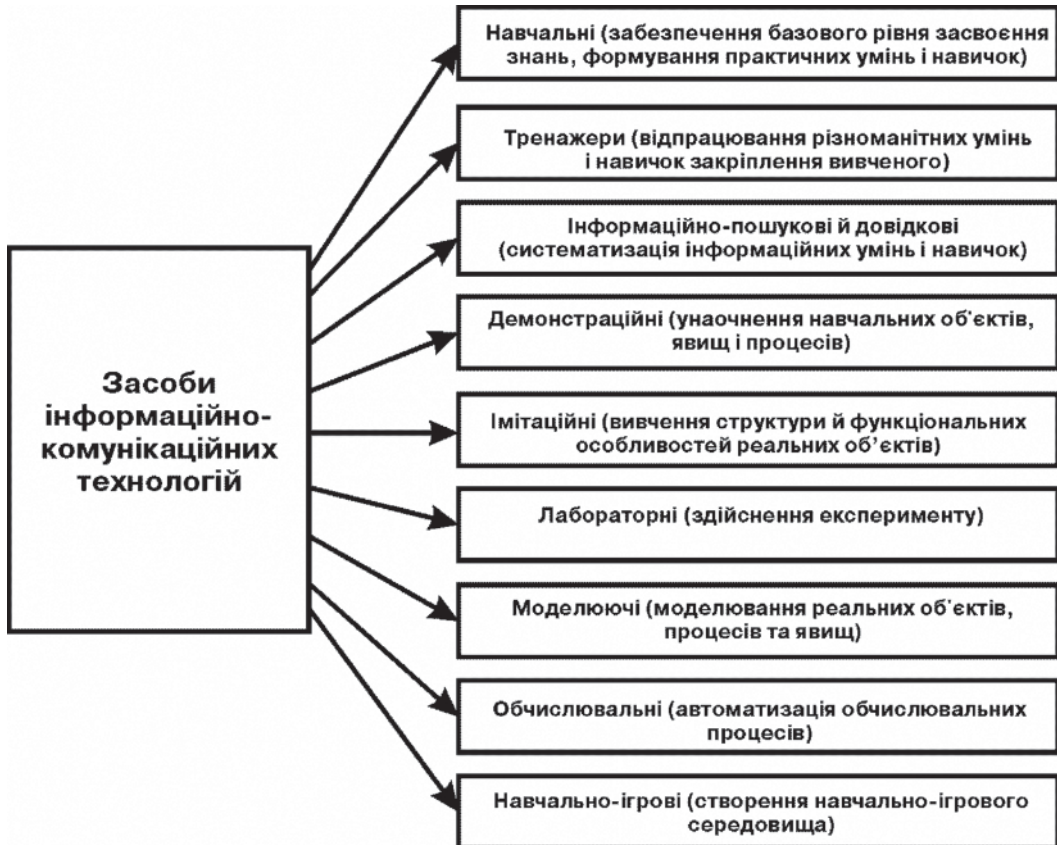


Рис. 3.2. Класифікація засобів інформаційно-комунікаційних технологій

Значного поширення набувають комп'ютерно-орієнтовані методи розв'язування фізичних задач з фізики, що можна пояснити такими причинами: наповнення курсу фізики математичними методами відображення та опрацювання навчальної інформації; яскраво виражений «задачний підхід» до викладання, який базується на побудові математичної моделі фізичного процесу; візуалізація моделі «задачної ситуації»; активне втручання суб'єкта навчальної діяльності в динаміку «екранної події» (інтерактивна взаємодія); ефективно опрацювання результатів дослідницьких й

експериментальних задач, зокрема з використанням методів математичної статистики; здійснення автоматизованого експерименту на базі засобів ІКТ шляхом використання допоміжного обладнання; використання інформаційно-довідкової підтримки процесу розв'язування задач (учитель) та процесу учіння (учень).

На думку І. В. Роберт, застосування ІКТ у навчанні дає змогу організувати такі види діяльності: реєстрація, збір, нагромадження, зберігання, оброблення та передавання інформації про досліджувані об'єкти, явища, процеси; інтерактивний діалог – взаємодія користувача з комп'ютерною системою, що характеризується реалізацією новітніх засобів діалогу, вибором варіантів змісту навчального матеріалу, режимів роботи; управління реальними об'єктами; управління відображеними на екрані моделями різних об'єктів, явищ і процесів; автоматизований контроль (самоконтроль) результатів навчальної діяльності, корекція, тренування, тестування [40].

Інтеграція засобів ІКТ у традиційний процес навчання потребує певної перебудови класичних методик складання та розв'язування задач, що обумовлює необхідність вивчення питань щодо їх подальшого використання: перенесення способів діяльності у нові педагогічні умови; лише математичне опрацювання інформації засобами ІКТ без підкріплення певними теоретичними знаннями, призводить до неправильної інтерпретації результатів обчислень; іманентно закладена в модельний фізичний експеримент «віртуальна реальність» ускладнює формування адекватного уявлення щодо можливості перебігу реального фізичного процесу; автоматизована побудова графічної презентації результатів експериментального дослідження потребує формування спеціальних навичок розпізнавання смислу «екранного образу»; використання програмно-апаратних засобів потребує формування специфічних структур діяльності.

Навчальна діяльність з розв'язування задач засобами ІКТ пов'язана з їх самостійним використанням учнем, тобто з процесом управління апаратно-програмним комплексом на підставі сприйняття зорової інформації.

Визначення старшої школи як профільно орієнтованої обумовлює необхідність диференційованого підходу до організації навчання відповідно до профільного напрямку. Актуальною постає проблема дослідження структури і змісту алгоритму розв'язування експериментальних задач з фізики як самостійної дослідницької діяльності.

Розглянемо експериментальні задачі з фізики як окремий вид навчальних завдань, результати розв'язання яких пов'язані з предметною діяльністю. Найхарактернішим є залучення до такої діяльності спеціальних засобів та приладів, що потребують засвоєння певної множини спеціальних знань, умінь і навичок. Діяльність, що здійснює учень під час розв'язування експериментальної задачі – процес учіння, а кінцева мета – формування визначеної структури знань, умінь, навичок і навчальних компетентностей.

Розглядаючи навчальну діяльність, що здійснюється в процесі розв'язування експериментальної задачі, доцільно відобразити її у вигляді певної моделі. Така модель слугує теоретичним узагальненням, що дає змогу представити різні форми та види діяльності у вигляді визначеного конструкту, в якому відображено її загальні компоненти та зв'язки між ними.

У процесі засвоєння комплексу знань, умінь і навичок учень перетворює його на індивідуальний спосіб діяльності. Внутрішньою стороною оволодіння зазначеним комплексом є формування психологічної системи діяльності на основі індивідуальних особливостей шляхом їх реорганізації, переструктурування, відповідно до мотивів, цілей та умов навчання.

На основі аналізу різних видів діяльності виокремимо основні функціональні блоки: мотиви; цілі; програми; інформаційні основи; прийняття рішень.

Під час розв'язування експериментальних задач множина реакцій (сукупність дій на основі результатів процесу прийняття рішень) задається певним алгоритмом розв'язку з вихідним масивом даних, які розглядаються як первинне джерело інформації. Це породжує особливі вимоги до змісту та структури алгоритмічного припису. Вибір та організація тієї множини інформації, що необхідна для розв'язування задачі, переважно визначається особистісним досвідом, професійним рівнем, нахилами та здібностями дитини.

Сформулюємо умови уніфікації алгоритмічних приписів розв'язування задач: множина реакцій поведінки проявляється у виконанні приписів, представлених у вигляді «алгоритму дій», визначається рівнем усвідомлення умови задачі, глибиною цілепокладання; формуючи структуру та зміст припису, враховують множину ініційованих ним структур діяльності. Надмірно деталізований припис розсіює увагу виконавця, змушує опрацьовувати надлишкову інформацію; з огляду на загальну класифікацію експериментальних задач, за якою вони поділені на ілюстративні й дослідницькі, формується зміст і структура припису відповідно до педагогічного завдання.

Опис експериментальної задачі, у якому традиційно визначаються мета, обладнання, план виконання, певні теоретичні відомості, є документом, який учень опрацьовує у процесі самостійного експериментального дослідження. Тому він повинен спрямовувати власні сили на творчі дії, адже вони є невід'ємною складовою майбутньої професійної діяльності. Алгоритм виконання має описуватися розгалуженим графом з альтернативою вибору.

Багаторазове розв'язування прикладних фізичних експериментальних задач дає змогу спростити операцію перенесення алгоритму розв'язку у нові педагогічні умови, механізм якої полягає в усвідомленні загального у структурі дій.

Розглянемо розв'язування творчих експериментальних задач з використання педагогічного програмного засобу GRAN 1.

Задача. 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.

$l = \pi DN$, 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 $R = \rho \frac{4DN^3}{L^2}$.

Прийнявши D за параметр $p1$, N за параметр $p2$, L за параметр $p3$, маємо аналітичний вираз для GRAN1: $y(x)=x*(4*p1*p2^3)/p3^2$. Для параметрів задаємо такі умови – табл. 3.1.

Таблиця 3.1

	p1	p2	p3
Min	0	0	0
Max	50	300	50
h	0.001	1	0.001

Змінюючи значення параметрів, спостерігаємо за графіком (рис. 3.3). Установивши необхідні значення параметрів, на осі OY відкладаємо значення опору реостата, на осі OX визначаємо значення, що відповідає питомому опору матеріалу.

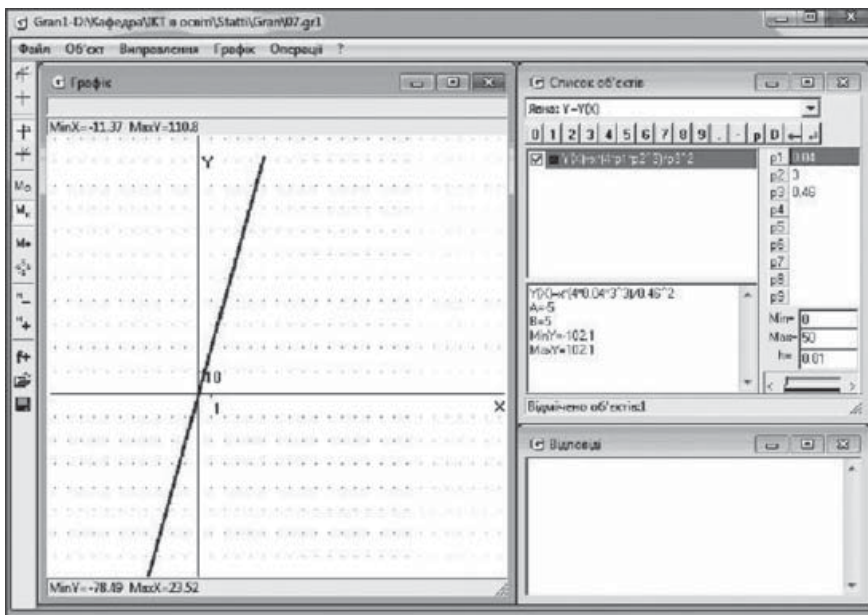


Рис. 3.3. Визначення питомого опору провідника

Сутність проблемної ситуації, сформульованої в умові фізичної задачі, складає невідповідність між засвоєними знаннями, вміннями й новими фактами і явищами. Одним із методів їх розв’язування є застосування мультимедійних технологій навчання.

Розглянемо фрагмент уроку, мета якого – закріплення знань.

Закріплення знань здійснюється шляхом розв’язування прикладних задач. Перед учнями ставиться проблемна ситуація у вигляді відеозадачі. Після її перегляду вчитель пропонує самостійно або за допомогою питань-підказок знайти відповідь. Використання підказок стимулює творче мислення, оптимізує знаходження відповіді, сприяє засвоєнню наукових методів пізнання, дає змогу здійснювати диференційований підхід до оцінювання знань тощо. Відповідь задачі може бути представлена у вигляді гіпотези.

На рис. 3.4 подано організаційну структуру самостійної навчальної дослідницької діяльності із застосуванням ІКТ для математичного моделювання фізичних процесів (явищ) за допомогою дидактично орієнтованого програмового засобу GRAN.

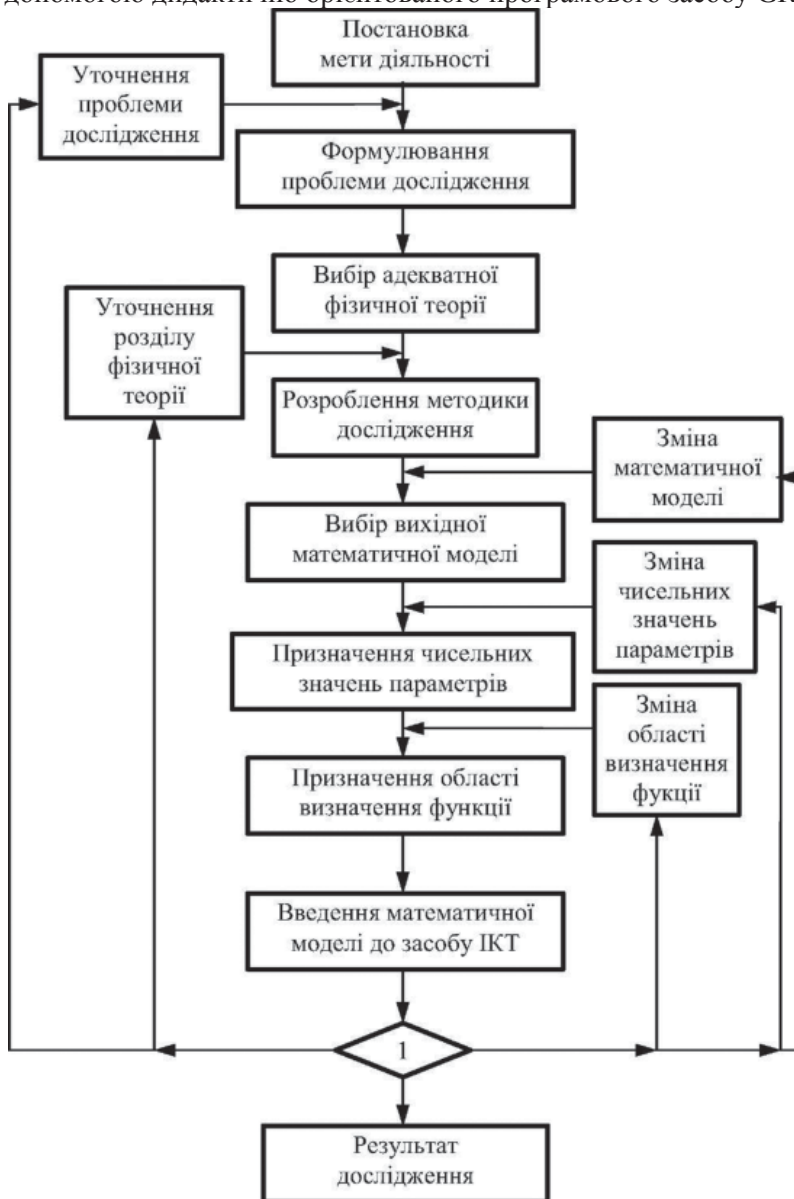


Рис. 3.4. Структура самостійної навчальної дослідницької діяльності з використання засобів ІКТ

Розв'язуючи систему механічних задач виробничого характеру, часто вивчають траєкторію руху матеріальної точки для різних співвідношень частот взаємно перпендикулярних коливань (фігури Лісажу), що показано на рис. 3.5 та 3.6.

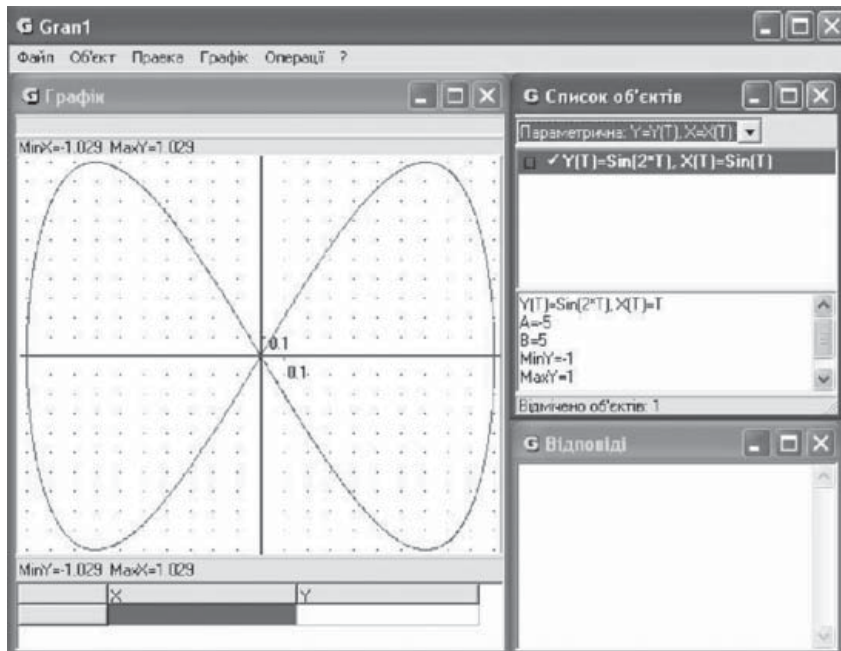


Рис. 3.5. Траекторія руху матеріальної точки для співвідношення частот 1 : 2 взаємно перпендикулярних коливань

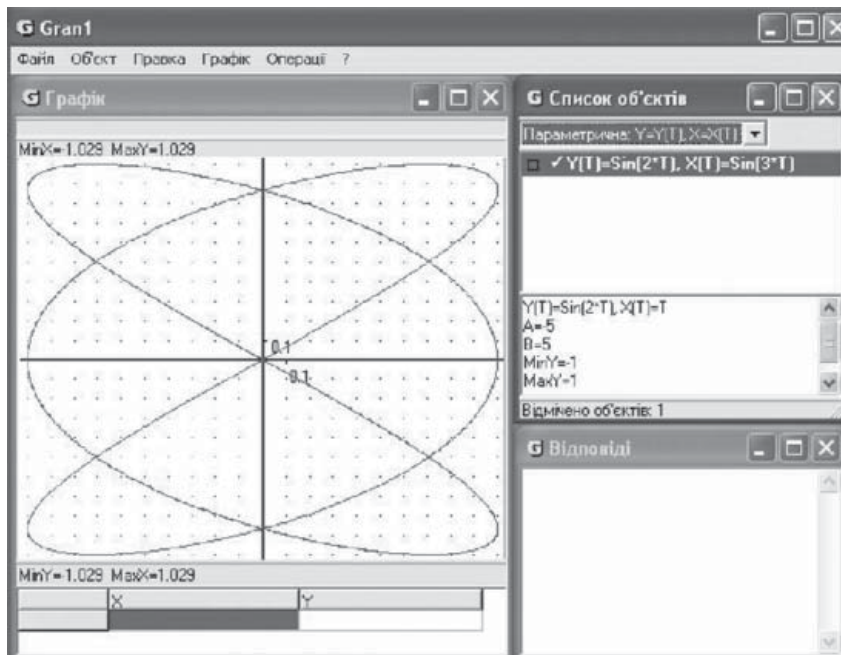


Рис. 3.6. Траекторія руху матеріальної точки для співвідношення частот 3 : 2 взаємно перпендикулярних коливань

Будь-яка операція із засобами ІКТ пов'язана з прийняттям рішень про подальшу діяльність, тобто з плануванням дій, спрямованих на їх використання.

Діяльність з використанням засобів ІКТ обумовлена специфікою апаратно-програмного комплексу, активне використання якого можливе лише в діалоговому режимі. Важливим є питання про необхідну і достатню «глибину» аналізу низки попередніх дій, що призвели навчальне середовище «учень–засоби ІКТ» до існуючого стану та визначення кількості «кроків», потрібних для реалізації «образу майбутнього». Ці питання пов'язані, з одного боку, з цілями навчального процесу, з іншого – рівнем розумового розвитку дитини.

Особливості змісту і структури діяльності в процесі розв'язування прикладного навчального завдання за допомогою засобів ІКТ представлено на рис. 3.7.

Розв'язування прикладних фізичних завдань має значний загальноосвітній потенціал для формування творчої діяльності учнів, підвищуючи рівень мотивації й ефективність навчального процесу, створюючи можливості для реалізації особистісно та проблемно орієнтованих підходів. Дослідницька діяльність у процесі розв'язування задач є одним з видів навчальної природничо-наукової творчості. Досліджуючи фізичні процеси і явища, учні відкривають нові цінності пізнання природних об'єктів.

Дослідницька компонента навчання набуває актуальності у старшій школі, де відбувається поглиблення компетентності учнів у процесі розв'язування фізичних задач, опанування змістом відповідної освітньої галузі на засадах профільного навчання. Предметами вивчення є фізичні методи, загальна структура та складові наукового пізнання (експеримент, гіпотеза, моделювання тощо), а результатом — уявлення про структуру розв'язування задач, основні фізичні моделі, науковий стиль мислення, наближений характер вимірювання, знання способів обчислення похибок, оброблення та інтерпретація результатів тощо.

Така увага до формування навичок дослідницької діяльності, продиктована швидким технологічним розвитком суспільства, постійним ускладненням природничо-наукової навчальної інформації, особливо у старших класах, переструктуруванням навчальних планів загальноосвітньої школи, упровадженням у систему освіти нового покоління підручників і засобів навчання, у тому числі на базі інформаційно-комунікаційних технологій, зміною життєвих пріоритетів молоді. Усе це визначає проблему постійного пошуку методів розв'язування задач, визначених у державному стандарті.



Рис. 3.7. Структура діяльності в процесі розв'язування прикладної навчальної задачі шляхом використання засобів ІКТ

Отже, особливості використання засобів ІКТ під час розв'язування прикладних фізичних задач по-новому висвітлюють проблему формування практичних умінь та навичок учнів. Це пояснюється, насамперед, специфікою відповідної навчальної діяльності з використанням апаратних і програмних засобів.

Ефективне застосування комп'ютерної техніки та програмного забезпечення надає можливість використовувати мультимедійні, навчальні, пізнавальні, розвивальні та контролюючі комп'ютерні програми; користуватися всесвітньою мережею Internet; упроваджувати інформаційні технології в освітній простір; здійснювати науково-методичну роботу з інформатизації навчання. Комп'ютер природно вписується у процес навчання фізики і є потужним технічним засобом, за допомогою якого можна значно урізноманітнити практичну діяльність з розв'язування прикладних задач.

3.3. ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЮ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ

Розв'язування прикладних фізичних задач в інформаційному освітньому просторі сільської школи потребує як удосконалення традиційних, так і розвитку інноваційних технологій навчання. В умовах профілізації старшої ланки сільської загальноосвітньої школи, забезпечення можливостей для рівного доступу до здобуття профільної й початкової допрофесійної підготовки, набуття вмінь практичного використання знань під час розв'язання виробничих завдань здійснюється пошук сучасних форм і методів розв'язування задач, серед яких провідна роль належить дистанційному навчанню.

Система дистанційної освіти є співзвучною ідеям Національної доктрини розвитку освіти України в XXI столітті, де передбачено розширення освітніх можливостей сільських шкіл, створення додаткових каналів інформаційної підтримки творчої співпраці вчителів та учнів, надання методичної допомоги педагогічним працівникам у процесі апробації нових освітніх програм, підручників і методів навчання. Дистанційна форма навчання, як жодна з інших, уможливило впровадження різних форм індивідуального навчання [27].

У зарубіжній та вітчизняній практиці поняття «дистанційна освіта» охоплює різні моделі, методи й технології навчання, згідно з якими викладач і слухач просторово розділені, знаходяться в різних місцях (класах, школах, районах, містах і навіть країнах). При цьому є необхідним наявність певного середовища або засобів, за допомогою яких відбувається спілкування викладача й учня. Такими засобами можуть бути друковані й письмові матеріали, що пересилаються звичайною поштою або факсом; телефонна мережа; аудіо- і відеозапис, навчальне радіо й телебачення, кіно; інтерактивні програмовані навчальні засоби, комп'ютерні навчальні програми; локальні та глобальні комп'ютерні мережі.

Розвиток дистанційної освіти в Україні розпочався значно пізніше, ніж у країнах Західної Європи, і здійснюється за несприятливих умов, серед яких виділимо такі: недостатньо насичений комп'ютерний парк навчальних закладів та індивідуальних користувачів; недостатній розвиток комп'ютерних телекомунікаційних мереж в Україні, їхня нестабільність; низька інформаційна культура населення, що створює додаткові психологічні бар'єри в розвитку телекомунікаційних методів навчання.

Проте головною проблемою розвитку телекомунікаційного навчання є створення нових методів і технологій навчання, що відповідають телекомунікаційному середовищу спілкування. У цьому середовищі яскраво проявляється та обставина, що учні є не пасивними споживачами інформації, у процесі навчання в них створюється власне розуміння предметного змісту. Потрібна корекція традиційної моделі навчання, яка характеризувалася тим, що в центрі технології навчання – учитель; між учнями відбувається неоголошене змагання; учні відіграють пасивну роль на заняттях; сутність навчання – передача знань (фактів).

Нова модель навчання має бути заснована на таких положеннях: у центрі технології навчання – учень; в основі навчальної діяльності – співпраця; учні відіграють активну роль у навчанні; суть технології – розвиток здібностей до постійної самоосвіти.

На загальному фоні розвитку телекомунікацій у нашій країні все помітнішим стає процес упровадження комп'ютерних телекомунікацій у сферу народної освіти, передусім, у життя сучасної школи. Десятки тисяч шкіл за рубежем і сотні шкіл у нашій країні в останні роки почали використовувати можливості сучасних телекомунікацій безпосередньо в навчальній діяльності [54]. Особливо прагнуть брати участь у цьому процесі школи з «глибинки», де вже є сучасна телефонна мережа, але, як і раніше, немає доступу до сучасної оперативної інформації з різних галузей знань.

Деякі вчителі використовують телекомунікації переважно для позакласної роботи з учнями з окремих експериментальних проєктів. Однак, уже зараз багато шкіл за рубежом використовують комп'ютерні телекомунікації безпосередньо на уроках в умовах реального навчального процесу, поступово підготовляючи учнів до життя в інформаційному суспільстві. Комп'ютерні телекомунікації починають усвідомлюватися багатьма педагогами як один з інструментів пізнання навколишнього світу. Інструмент цей настільки могутній, що разом з ним в школу приходять нові форми й методи навчання, нова ідеологія глобального мислення.

Розглянемо основні принципи проєктування дистанційного навчання розв'язуванню прикладних фізичних задач у сільській школі.

1. Принцип гуманістичності. Його сутність полягає у спрямованості навчального процесу на особистість, у створенні максимально сприятливих умов для оволодіння суб'єктами навчання соціальним досвідом, відображеним у змісті задач, розвитку і прояву творчої індивідуальності, високих громадянських, моральних й інтелектуальних якостей, що забезпечували б їй соціальну захищеність, безпечне та комфортне проживання.

2. Принцип пріоритетності педагогічного підходу в проєктуванні навчального процесу з розв'язування фізичних задач. Сутність цього принципу полягає в тому, що проєктування дистанційного навчання розв'язуванню задач здійснюється на основі теоретичних концепцій, загальнодидактичних принципів і передбачає створення педагогічних моделей навчально-виховного процесу. Вітчизняний і зарубіжний досвід свідчить про те, що система дистанційного навчання розв'язуванню задач буде ефективною, якщо домінуючою є педагогічна складова навчального процесу.

3. Принцип педагогічної доцільності застосування інформаційно-комунікаційних технологій передбачає, передусім, здійснення педагогічної оцінки ефективності кожного етапу проєктування і створення дистанційного навчання розв'язуванню фізичних задач. Перевага надається змістовому наповненню курсу та розширенню освітніх послуг.

4. Принцип добору змісту прикладних задач з фізики має відповідати нормативним вимогам Державного стандарту базової і повної середньої освіти України та програмам з фізики й астрономії для загальноосвітніх навчальних закладів [14, 51].

5. Принцип стартового рівня навчання фізики. Ефективне дистанційне навчання розв'язуванню задач в інформаційному середовищі сільської школи потребує визначеного початкового рівня фізичних знань, умінь і навичок, за якого учень повинен володіти навичками самостійної навчальної діяльності та основами інформаційної культури.

6. Принцип відповідності індивідуальних технологій навчання розв'язуванню задач. Індивідуальні технології навчання розв'язуванню задач мають бути адекватні моделям дистанційного навчання. У традиційних моделях навчання в якості організаційних форм використовуються уроки, імітаційні або ділові ігри, лабораторні заняття, самостійна робота тощо. У процесі становлення дистанційного навчання з'являються нові моделі індивідуального профільного навчання, до яких належать об'єктно-орієнтовані й проектно-інформаційні.

7. Принцип мобільності дистанційного розв'язування задач полягає у створенні інформаційних мереж, баз даних, банків знань, що дають змогу учням коригувати або доповнювати власну навчальну програму.

8. Принцип неантагоністичності дистанційного навчання існуючим формам освіти. Сформоване інформаційне середовище сільської школи зможе дати необхідний соціальний і економічний ефект за умови, якщо створені й упроваджені інформаційні технології постануть не стороннім елементом у традиційній системі освіти, а природно інтегруються в неї.

Дистанційне навчання розв'язуванню фізичних задач у сільській школі базується також на принципах індивідуалізації й диференціації, науковості й доступності, наступності й систематичності, наочності й зв'язку теорії з практикою, на основі яких індивідуалізується зміст, методи та темп навчання дитини, здійснюється контроль за освітньою траєкторією кожного учня, вчасно вносяться корективи в навчальну діяльність. Такий вид навчання передбачає оволодіння фізичними знаннями, вміннями і навичками, визначення змісту прикладних курсів за вибором для розвитку потенційних професійних можливостей індивідуума. Власна освітня траєкторія будується з урахуванням інтелектуального рівня розвитку та психофізіологічних характеристик особистості.

На основі аналізу процесу дистанційного навчання розв'язуванню фізичних задач в інформаційному середовищі сільської школи визначимо такі його особливості:

1. Гнучкість. Учень може навчатися стільки, скільки йому потрібно для засвоєння навчального предмета, курсу за вибором й отримання якісних знань.

2. Модульність. У задачах відображено певний фізичний зміст. Це дає змогу з великої кількості профілів вибирати той, що відповідає індивідуальним або груповим потребам.

3. Паралельність. Навчання здійснюється одночасно з іншим видом діяльності.

4. Дальнодія. Значна відстань від місця перебування учня до школи не є перешкодою для ефективного навчального процесу.

5. Асинхронність. У процесі дистанційного навчання розв'язуванню задач його суб'єкти можуть реалізовувати навчальну технологію незалежно від часу, за зручним для кожного розкладом та в оптимальному режимі.

6. Охоплення або «масовість». Школярі мають доступ до різних джерел навчальної інформації (електронних бібліотек, баз даних), а також можуть взаємодіяти один з одним і з учителем, використовуючи локальні й глобальні мережі зв'язку та інші засоби інформаційно-комунікаційних технологій.

7. Нова роль учителя, який забезпечує засвоєння змісту фізики, курсів за вибором, розв'язування прикладних задач – консультування, управління навчальними проектами та ін. Взаємодія з учнями здійснюється індивідуально, асинхронно з допомогою укрпошти, систем електронного зв'язку та очних контактів.

8. Для того, щоб успішно завершити курс дистанційного навчання, від його суб'єкта вимагається виняткова мотивація, самоорганізація, працьовитість і певний стартовий рівень навченості.

9. В інформаційному середовищі сільської профільної школи використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні технології: комп'ютери, аудіо-, відеотехніка, системи й засоби телекомунікацій тощо.

Перед дистанційним розв'язуванням прикладних фізичних задач потрібно за допомогою тестування визначити рівні предметної компетентності кожного учня та інформаційної культури. З урахуванням результатів тестування вчитель вибудовує дидактичну систему дистанційного навчання фізики, використовуючи особистісно орієнтовані технології, що дають можливість залучити кожного до активного пізнавального процесу з урахуванням самостійності мислення, інтелектуальних і творчих здібностей.

Аналіз практики дистанційного навчання фізики свідчить, що для нього, як і для традиційного навчального процесу, характерні такі загальнодидактичні методи: інформаційно-рецептивний, репродуктивний, проблемний, евристичний і дослідницький, що охоплюють сукупність науково-педагогічних аспектів взаємодії вчителів та учнів під час очного контакту й у процесі використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій.

Для дистанційного навчання розв'язуванню задач у сільській школі характерні такі моделі навчально-виховного процесу – розширення і трансформація.

Модель розширення має місце тоді, коли вчитель проводить урок, технологічно маловідмінний від традиційного, розширюючи його до інших просторових і часових меж. Діяльність педагога, сукупність дидактичних матеріалів, навчально-виховне середовище дають змогу моделювати педагогічну ситуацію, а також компенсувати втрачені канали спілкування й отримання навчальної інформації.

Модель трансформації характеризує такі форми організації навчання фізики, які не імітують традиційних, а є новими, пов'язаними з інформаційно-комунікаційними технологіями, що використовуються вчителями й учнями.

Модель розподіленого класу має місце в тому випадку, коли за допомогою інтерактивних телекомунікаційних технологій упроваджують курс фізики, розрахований на учнів, які перебувають у різних місцях.

Характеристика такої моделі: заняття містять синхронні комунікації; учні й учителі повинні перебувати в певному місці в конкретний час; кількість школярів варіюється від одного до п'яти і більше; чим більша кількість учасників процесу навчання, тим вища його технологічна, логічна та пізнавальна складність; учням зручніше організувати власне навчальне місце вдома; навчальні заклади здатні обслуговувати невелику кількість учнів, які перебувають у тому або іншому місці; учні й учителі позбавлені вербальної інформації, важливої для підвищення ефективності процесу навчання.

Модель індивідуального профільного навчання фізики. Учні позбавлені потреби одночасного перебування в певному місці. Вони забезпечуються навчальними матеріалами, змістом курсу і розширеною робочою програмою. Взаємодія вчителя й учня здійснюється інтерактивно з використанням інформаційно-комунікаційних технологій.

Характеристики такої моделі: учні навчаються індивідуально, дотримуючись розширених вимог програми; інтерактивно взаємодіють з учителем та іншими суб'єктами навчання; зміст курсу фізики відображено в друкованих виданнях, комп'ютерних програмах, які можна вивчати в будь-який час; навчальні матеріали на електронних носіях використовуються впродовж кількох років.

Модель відкритого індивідуального профільного навчання фізики, де використовуються друкована основа фізичного змісту й інші дидактичні засоби (наприклад, відеозаписи або комп'ютерні навчальні програми), що дозволяють індивідуально вивчати курс фізики з оптимальною швидкістю.

Характеристики такої моделі: учні періодично збираються разом для проведення колективних занять; на класно-урочних заняттях здійснюється засвоєння й уточнення основних фізичних понять, відпрацювання навичок розв'язування задач, виконання лабораторних робіт тощо.

Сформулюємо вимоги до дистанційного навчання розв'язуванню фізичних задач в інформаційному середовищі сільської школи:

1. Відкритий доступ до навчальної інформації, виконання індивідуальних завдань, використання групових або класно-урочних форм занять. Забезпечення рівних освітніх можливостей учням різних профільних груп.

2. Здійснення тестування на основі базової сільської школи або в спеціально організованих екзаменаційних пунктах.

3. Надання спеціальних освітніх послуг (взаємодія з учителем, консультації) учням, які знаходяться поза межами школи.

4. Забезпечення вільного доступу до джерел позанавчальної інформації.

5. Проведення індивідуальних консультацій.

6. Спрощений доступ до матеріально-технічних ресурсів загальноосвітніх навчальних закладів, передусім бібліотек, наукових лабораторій, комп'ютерів, педагогічного програмного забезпечення тощо.

Від способів організації навчання розв'язуванню фізичних задач, раціонального поєднання комп'ютерних і традиційних видів діяльності залежить його результативність. В інформаційному середовищі сільської школи переважають такі способи його організації: створення різноманітних педагогічних ситуацій (моделювання

об'єктів і процесів, взаємозв'язків і закономірностей їх розвитку, опосередкований діалог суб'єктів навчання, інтерактивна взаємодія учня й комп'ютерних програм); забезпечення комунікативних зв'язків між учасниками освітнього процесу, фіксація результатів навчальної діяльності за допомогою контролюючих комп'ютерних програм, оцінювання навчальних досягнень тощо.

Порівняно з міською, сільська школа має набагато менші матеріальні ресурси. Використання потужних мультимедійних комп'ютерів з відповідним програмним забезпеченням як комплексних засобів навчання надає можливість застосовувати інноваційну індивідуалізовану технологію організації дистанційного навчання розв'язуванню задач.

Особливо ефективно особистісно орієнтований підхід до навчання з використанням сучасних інформаційних технологій здійснюється в умовах малочисельних сільських шкіл.

Виокремимо характерну ознаку спільної діяльності вчителя й учня в системі навчання фізики в інформаційному середовищі сільської школи, а саме: інтерактивну взаємодію не лише з комп'ютерною програмою, а й учителем та іншими учнями. Інтерактивний режим взаємодії між учнями й інформаційним навчальним середовищем надає можливість працювати економно, контролювати затрати власних сил, добирати оптимальний режим роботи тощо. Звідси випливає, що нова форма навчання не може бути повністю автономною, ізольованою від інших. Дистанційне профільне навчання фізики в такому середовищі будується на основі цілей та змісту очного навчання, але форма представлення матеріалу, взаємодії вчителя й учнів інші.

Дистанційне профільне навчання фізики здійснюється за допомогою таких дидактичних засобів: навчальні матеріали з друкованою або письмовою основою; аудіо- і відеозапис, навчальне радіо й телебачення; електронні засоби (прикладне програмне забезпечення загального призначення – графічний і текстовий редактори, електронні таблиці, бази даних, системи управління базами даних, експертні системи; навчального призначення – різноманітні програми для підтримки процесу вивчення фізики, математики, географії, комп'ютерні енциклопедії, інформаційно-пошукові системи; комп'ютерні навчальні програми (КНП); електронний підручник (ЕП)).

На сучасному етапі запровадження педагогічних програмних засобів навчального призначення (ППЗНП) у практику роботи школи визначено основні тенденції використання електронного підручника з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів [4, 15, 16], сформульовано окремі концептуальні положення щодо створення відповідного ППЗ, виявлено особливості розроблення та здійснено класифікацію ППЗ з фізики, висвітлено дидактичні аспекти поєднання традиційних і електронних підручників з фізики тощо.

Електронний підручник з фізики містить навчальні, контролюючі, моделюючі, довідкові та інші модулі, у яких відображено основний зміст навчальної дисципліни. У процесі його використання розширюється й доповнюється навчальний матеріал традиційного підручника, забезпечується інтерактивний зворотний зв'язок, прискорюється пошук довідкової інформації, максимально індивідуалізується навчальний процес, здійснюється економія академічного часу, оперативна перевірка та корекція знань.

Ефективній діяльності учня в електронній системі дистанційного навчання фізики незалежно від типів та складності виконуваних завдань сприяє використання відпо-

відних методів візуалізації змісту, забезпечення єдиної форми представлення вхідної, поточної та вихідної інформації у вигляді зображень, адекватних зоровому сприйняттю. Важливою вимогою до інтерфейсу ЕП, елементи управління якого мають бути зручними й помітними, не відволікати від навчального змісту, є його інтуїтивність.

Коротко охарактеризуємо додаткові вимоги до електронного підручника з фізики для дистанційного профільного навчання сільських школярів.

В електронному підручнику повинно бути стисло викладено програмний матеріал з урахуванням потреб учнів сільської школи і можливостей забезпечення профільного навчання фізики. Зміст підручника має доповнювати традиційний, не дублюючи його, і містити орієнтовний перелік творчих завдань, учнівських проєктів, що розробляються із застосуванням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

За допомогою електронного підручника здійснюється вивчення основних теоретичних положень, забезпечується прикладне застосування фізичних законів у виробництві й техніці, в інтерактивній формі виконуються різноманітні завдання, до яких належать: задачі, вправи, тести, презентації, практичні та лабораторні роботи.

Зміст та структурні елементи подаються у вигляді гіперпосилань з використанням глосарія, тлумачного словника й довідника. Список додаткової літератури містить посилання на електронні ресурси, розміщені в мережі Internet та доступних педагогічних програмних засобах.

Електронний підручник містить програмний навчальний матеріал, вправи, задачі, практичні та лабораторні роботи, тестуючий модуль.

Сформулюємо основні вимоги щодо його структурної організації: зміст навчального матеріалу має бути чітко структурованим і представленим у формі цілісного модуля з обмеженою кількістю незасвоєних раніше понять; кожен модуль, крім друкованої частини, повинен містити відео- й звукову інформацію; текстова інформація не повинна дублювати зміст традиційного підручника; на ілюстраціях, що демонструють моделі фізичних явищ або технічних пристроїв, повинна бути підказка; текстова частина навчального модуля супроводжується певними посиланнями, що спростують пошук потрібної інформації; відеоінформація або анімації використовуються під час моделювання фізичних процесів і явищ, які неможливо відтворити у природному вигляді. За допомогою відеокліпів можна змінювати масштаб часу й демонструвати явища прискорено або уповільнено; наявність аудіо- інформації – незамінна змістова частина підручника.

В електронному підручнику застосовуються мультимедійні форми подання навчального матеріалу, передбачено виконання різноманітних завдань, здійснюється реалізація особистісно орієнтованих технологій. Під час виконання завдань забезпечується інтерактивність та зворотний зв'язок, що сприяє розвитку самостійності учнів.

Отже, дистанційне навчання розв'язуванню прикладних фізичних задач – це комплекс освітніх послуг, що надаються за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій. Спеціалізоване інформаційне освітнє середовище школи базується на засобах обміну навчальною інформацією на відстані. Інформаційно-освітня система дистанційного навчання фізики є організованою сукупністю засобів передачі даних, інформаційних ресурсів, протоколів взаємодії, апаратно-програмного й організаційно-методичного забезпечення.

ВИСНОВКИ

Як засвідчує практика, у процесі розв'язування прикладних задач виконуються різні функції. З точки зору методики, навчання математики доцільно використовувати якомога більше багатофункціональних задач. Для цього потрібно мати уявлення про їхні педагогічні можливості.

Розв'язуючи прикладні задачі, учні усвідомлюють можливість широкого застосування фізичних законів та закономірностей під час дослідження явищ і процесів навколишнього світу, тому що в них відображено множину притаманних йому форм і зв'язків. Упровадження в навчальний процес задач з реалістичними сюжетами дає змогу розкрити практичну значущість фізики, ознайомлює з її застосуванням у різноманітних галузях, а також вкладом інших наук у розвиток фізичної теорії.

Використання прикладних задач створює також належні умови для активізації навчального процесу, викликаючи зацікавленість учнів під час аналізу умови та пошуку відповідних формул, виразів, рівнянь (тобто математичних моделей). Окрім цього, є можливість відпрацьовувати техніку обчислень без нарікань на рутинність тривалих розрахунків.

Зважаючи на те, що для розв'язування більшості прикладних задач недостатньо механічного застосування раніше вивчених теоретичних положень, означень і понять, необхідно самостійно адаптувати їх до певних ситуацій та самостійно приймати відповідне рішення. Допоміжним чинником для посилення самостійності можуть бути також завдання, пов'язані зі складанням задач після виробничих екскурсій, заповнення таблиць за допомогою різних довідників, статей журналів або газет, здійснення безпосередніх вимірювань під час виконання практичних та лабораторних робіт.

Задачі прикладного змісту є також засобом формування психічних якостей (системність мислення, здатність здійснювати оптимальний вибір, передбачати наслідки вибраних рішень, спрямовувати мислення на пошук раціональних способів розв'язування задач) і позитивних моральних рис особистості (старанність, кмітливість, працьовитість, відповідальність, наполегливість), які є важливими для розвитку здібностей учнів до технічної творчості та стимулом для зміцнення відповідних інтересів.

Прикладну спрямованість шкільного курсу фізики можна здійснити різними шляхами: наповнення навчального процесу практичними задачами або роботами (добір задач на безпосереднє вимірювання, обчислення та побудова таблиць, діаграм, графіків, планів місцевості тощо); наближенням умови традиційних абстрактних задач додатковими запитаннями до потреб та інтересів учнів; завданнями на складання різних адекватних задач за однією фізичною моделлю тощо.

На наш погляд, використання прикладних задач має важливе значення, насамперед, для виховання стійкого інтересу до вивчення фізики. Розв'язуючи задачі прикладного характеру, учні переконуються в необхідності застосування теорій, законів і методів фізики в різних сферах діяльності людини; усвідомлюють, що повноцінна освіта сучасної людини неможлива без належної фізико-математичної підготовки.

ДОДАТКИ

Прикладні задачі з фізики сільськогосподарського змісту

Використання змісту виробничого характеру в процесі розв'язування і складання задач дає змогу не лише систематизувати фізичні знання, а й послідовно, в цікавій і популярній формі ознайомлювати учнів з основами хліборобської майстерності, сучасними методами землеробства, садівництва, тваринництва та інших галузей сільськогосподарського виробництва.

Наведемо приклади задач і запитань з фізики сільськогосподарського змісту для самостійних, контрольних, лабораторних і практичних робіт. Їх можна розв'язувати на заняттях фізичного гуртка або факультативу, а також під час проведення підсумкових занять.

Основні положення молекулярно-кінетичної теорії

1. Як пояснити засолювання огірків, помідорів, капусти тощо?
2. Як пояснити, що дерев'яні дошки внаслідок висихання прогинаються?
3. На основі молекулярно-кінетичної теорії поясніть процес усмоктування коренями рослин води з розчиненими в ній поживними речовинами.
4. У чому причина розтріскування зерен кукурудзи в результаті інтенсивного просушування?
5. Відомо, що зів'яле листя м'якшає. Як з погляду молекулярно-кінетичної теорії пояснити залежність тиску всередині клітин рослини від зволоженості?
6. Як пояснити, що гайку, виготовлену навіть з нержавіючої сталі, важко відкрити, якщо вона була довгий час міцно загвинчена?

Теплові явища. Термодинаміка

7. Об'єм тваринницького приміщення становить 5000 м^3 , температура – $15 \text{ }^\circ\text{C}$, тиск нормальний. Обчислити, яка кількість молекул залишить приміщення, якщо повітря нагріти на $10 \text{ }^\circ\text{C}$.
8. Чому в шинах колісного трактора перед початком роботи встановлюють тиск нижчий номінального? Чому це особливо важливо влітку?
9. Тиск наприкінці такту всмоктування в циліндрі автомобіля ГАЗ–52 при температурі $320 \text{ }^\circ\text{K}$ становив $8\text{--}10^4 \text{ Па}$. Обчислити тиск наприкінці такту стискування, якщо температура підвищилася до $1900 \text{ }^\circ\text{C}$. Вважати, що об'єм зменшився в 10 разів.
10. Чи можна застосувати положення закону Бойля-Маріотта для обчислення тиску під час нагнітання повітря в автомобільну камеру?
11. Наприкінці такту стискування в дизельних двигунах сучасних тракторів під час нагрівання на $550 \text{ }^\circ\text{K}$ тиск досягає $3,5 \text{ млн. Па}$. Виразити його в атмосферах.
12. Часто можна почути висловлення: «Грунт дихає». Що це означає? Як пояснити таке явище?
13. Чому на поршнях дизельних двигунів потрібно ставити більшу кількість компресорних кілець ніж карбюраторних?
14. Чому через деякий час (особливо в холодну погоду) після зливання молока в бідони, що герметично закриваються за допомогою гумової прокладки, надто важко відкрити кришку?

15. Похилою площиною елеватора довжиною 20 м, що утворює з горизонтом кут 30° , зсовується за певний час 100 т зерна, швидкість зерна біля основи площини – 4 м/с. Обчислити кількість теплоти, що виділяється під час тертя, якщо початкова швидкість зерна – 2 м/с.

16. Чому недопустиме намотування соломи на вал зернозбирального комбайна?

17. Чому мінеральні добрива або отрутохімікати, призначені для знищення шкідників сільськогосподарських культур, ефективніше розчиняються в теплій воді?

18. Говорять, що дощ прохолоджує повітря. Чи так це? Поясніть.

19. У якому приміщенні – холодному або теплому – швидше відстоюватимуться вершки на молоці? Чому? Де застосовується це явище?

20. Чому в населеному пункті в затишку термометр показує значно вищу температуру, ніж у степу?

Взаємні перетворення рідин і газів. Властивості пари

25. Для просушування різних сільськогосподарських продуктів у сушарнях використовують потік гарячого повітря. Температура повітря значно вища під час виходу із сушарні, хоча продукти, які просушуються, мають температуру повітря. На що витрачається енергія, яку віддає гаряче повітря, коли проходить через сушарню? Коли настане такий момент, що повітря на вході і на виході з сушарні матиме однакову температуру?

26. Чи можна (див. попередню задачу) за показниками двох термометрів, установлених на вході та виході повітря, дійти висновку про ступінь висихання продуктів? Як це використати для контролю за просушуванням продуктів?

27. Якщо відчинити двері тваринницької ферми взимку, то звідти виходять клубки пари. Чому її не видно у приміщенні?

28. Приготовляючи грубі корми для худоби, використовують кормозапарники, тиск у яких досягає кількох атмосфер. Для чого потрібний такий тиск?

29. Небо хмарне, але дощу немає. Як можна штучно викликати дощ, використавши для цього вуглекислоту? Яке фізичне явище лежить в основі такого експерименту?

30. Які фактори впливають на те, що поблизу лісосмуг, навіть у засушливу погоду, ґрунт завжди вологіший, ніж у відкритому степу?

31. Яка волога довше зберігається – після танення снігу, чи випадання теплої дощу? Чому важливо провести снігозатримання на полях?

32. Як пояснити зниження температури в карбюраторі двигуна внутрішнього згоряння в момент утворення робочої суміші?

33. Іноді в мастилах знаходиться велика кількість подрібнених частинок води, що призводить до зниження їх якості. Як методом підігрівання можна виявити наявність води в мастилах? Якими методами можна виділити воду з мастила? Як використати той факт, що точка кипіння води відрізняється від точки кипіння мастила?

34. Для чого овочі або фрукти перед сушінням розрізають на окремі дольки?

35. Чому для якісного просушування зерна його виносять з приміщення, насипають тонким шаром і перегортають?

36. У цеху з догляду за акумуляторними батареями ремонтно-технічної станції є перегонний куб для отримання дистильованої води, що потрібна для заправки батарей. Яку кількість дистильованої води можна отримати, якщо спалити 20 кг сухих дров? ККД перегонного куба становить 35%, а початкова температура води – 6 °С?

37. Як впливає зміна вологості повітря на вологість ґрунту? (За умови, що опадів не було).

38. Якими способами можна понизити вологість повітря у тваринницькій фермі? Як зменшити відносну вологість повітря, не змінюючи абсолютної?

39. Обчислити, на скільки кілограмів зменшиться кількість водяної пари в приміщенні під час відкачування повітря, якщо замість відкачаного повітря об'ємом 1000 м³ температурою 18 °С і вологістю 70% зовні надійшло стільки ж холодного повітря температурою 10 °С і вологістю 60%?

40. При якій температурі може з'явитися туман або випаде роса, якщо при 18 °С відносна вологість повітря становить 86%?

41. Яка кількість опадів у вигляді дощу, роси або туману випаде на площі 100 га, якщо температура знизиться від 25 °С до 12 °С, якщо спочатку відносна вологість становила 75%? Висота атмосферного шару, де здійснюватиметься конденсація водяної пари, має дорівнювати 1 км.

42. Чи можна завтра о 6 год ранку розпочинати косовицю, якщо ввечері температура повітря була 25 °С, відносна вологість повітря становила 87%, а за даними бюро прогнозів уранці треба чекати температури, не вищої 18 °С?

Властивості рідин і твердих тіл. Взаємне перетворення твердих тіл і рідин

43. Вода в піщаних ґрунтах піднімається на висоту 30–60 см, у лесовидних суглинках – 3–4 м, а іноді навіть 6–7 м. Якого діаметра потрібен капіляр, щоб вода в ньому змогла піднятися на таку ж висоту?

44. Як впливає на капілярні властивості ґрунту внесення в нього домішок, зокрема мінеральних добрив?

45. Як пояснити, що після зволоження ґрунт розм'якає, а після висушування твердіє або на його поверхні утворюється тверда кірка?

46. Чому вважається, що найкращою з агрономічного погляду є грудочкувата і зерниста структура ґрунту (з діаметром гранул від 1 до 7 мм)?

47. Чому, коли насипати в сито ґрунт з великими гранулами, вода поступово вбиратиметься ґрунтом і протікатиме крізь нього, а пиловидний ґрунт під дією води розпливається, утворюючи непроникний шар?

48. Під час будівництва приміщень нижню частину будівлі (цоколь) відділяють водонепроникним шаром. Для чого?

49. Чи немає помилки в таких твердженнях: «Зануренню води в ґрунт сприяє явище капілярності»; «Капілярні явища сприяють підніманню води з нижніх шарів ґрунту». (Капіляри – проміжки між частинками ґрунту).

50. Сухий і вологий термометри психрометра відповідно показують 28 °С та 22 °С. Визначити абсолютну та відносну вологість повітря, пружність водяної пари і дефіцит вологості.

51. Коли інтенсивніше висихає ґрунт, непокритий шаром снігу: в мороз чи у відлигу?
52. Чому роса найчастіше випадає після жаркого дня?
53. Що означає вираз «закриття вологи в ґрунті»? Як це здійснюють на практиці?
54. Чому діаметр трубки водомірного скельця водонапірної башти не можна зужувати? До чого може призвести використання тонкої трубки в паровому котлі?
55. Чому культивуванню чи прополюванню сільськогосподарських культур іноді називають «сухим поливом»?
56. Чому температура вологого ґрунту завжди нижча, ніж навколишнього середовища, а різниця температур ґрунту і повітря тим більша, чим більший дефіцит вологості повітря (менша відносна вологість повітря).
57. Якщо у зволоженому ґрунті зробити заглибину, вона незабаром заповниться водою. Як це пояснити?
58. Чому для зберігання питної води влітку в польових умовах найкраще використовувати глиняний посуд, випалений на слабкому вогні (такий посуд має порівняно великі пори)?
59. Під час транспортування молока взимку виявили, що цистерна заповнена щерть, а під час наповнення – була неповною. Що трапилось?
60. Чому кількість молока обчислюють не в одиницях об'єму, а в одиницях маси (в кілограмах або центнерах)?
61. Якби температуру повітря влітку раптово можна було б знизити до кількох градусів нижче нуля, то значна частина дерев загинула б від вимерзання. Ці ж рослини взимку можуть переносити значно більші морози. Як це пояснити?
62. Відомо, що для збереження дерев від весняних заморозків у садах спалюють хмиз, сухий бур'ян тощо. Дим, що обволікає дерева, оберігає їх від замерзання. А щоб зберегти молоду розсаду, її перед настанням заморозку треба покропити водою (причому, якщо розсада має низьку температуру, то не можна збризкувати її надто теплою або гарячою водою і навпаки). Як ви можете пояснити такі способи збереження рослин?
63. Кожний квадратний метр поверхні ставка втрачає взимку 180 кДж теплоти за годину. Якою буде товщина льоду, що утворився за добу, якщо температура води біля поверхні ставка – 0 °С? Температура зовнішнього середовища – 10 °С?
64. У циліндричну цистерну залито бензин температурою -20 °С. Цистерна має висоту 7 м, а рівень бензину нижчий на 25 см. При якій температурі бензин заповнить цистерну щерть?

Електричне поле

65. Щоб визначити вологість зерна, використовують електричну схему з плоским конденсатором, між пластинами якого насипають зерно тієї або іншої культури (зерна є діелектриками). Як залежить ємність такого конденсатора від вологості? Виготовте такий вологомір самостійно.
66. Під час розряджання конденсатора в переривнику запалювання пускового двигуна трактора напруга первинної обмотки магнето дорівнює 400 В. Ємність конденсатора $0,5 \cdot 10^{-6}$ Ф. Обчислити енергію конденсатора в момент його повного заряджання.

67. Який з ґрунтів однакової вологості має більшу діелектричну проникність – супіщаний чи чорнозем? Чому?

68. Для очищення зерна від насіння бур'яну, розміри, маса і форма якого приблизно однакові, використовують установку, один з електродів якої виготовлено у вигляді стержня і приєднано до негативного полюса джерела високої напруги, а інший – має велику площу. Електрони, що утворюються внаслідок коронного розряду, «прилипають» до насіння бур'яну (завдяки більшій електричній спорідненості), відбувається відділення їх від зерна в напрямку позитивної пластини. Яке фізичне явище застосовують?

Постійний електричний струм

69. Як залежить електропровідність ґрунту від його фізико-хімічних властивостей: температури, структурності, зволоженості, хімічного складу тощо? Як, знаючи електропровідність ґрунту, дослідити його родючість?

70. Щоб визначити питому провідність ґрунтів або їхню діелектричну проникність, до електродів, виготовлених з мідних пластин, приєднують джерело змінного струму. Чому не рекомендують використовувати постійний струм?

71. Транспорт, який використовують на тваринницьких фермах, має такі основні технічні характеристики: продуктивність (максимальна) складає 12 т/год; коефіцієнт корисної дії – 0,35. Розрахувати потужність електродвигуна, який треба використати, якщо висота піднімання вантажів – 2,0 м, а запас потужності має бути не менше 3.

72. В автомашинах і тракторах, які заводяться за допомогою стартерів, використовують кислотні акумулятори. Чи можна використати лужні?

73. У майстерні треба встановити дві розетки, причому кожену приєднати так, щоб при короткому замиканні однієї друга не вимикалася. Як це здійснити, якщо в приміщенні вмонтовано лише два запобіжники? Накреслити схему.

74. У польових умовах для освітлення використовують батарею акумуляторів, ЕРС якої 12 В. Обчислити силу струму, якщо до батареї приєднано п'ять лампочок потужністю 0,625 Вт. Номінальна напруга – 2,5 В. Якою буде сила струму, якщо приєднати лише чотири лампочки?

75. Щоб ефективніше зберігати молоко, його охолоджують або піддають короткотерміновій обробці температурою близько 80°C. Для пастеризації молока можна опустити два електроди у ванну з молоком і пропустити струм. Чому рекомендують використовувати змінний струм?

76. Як за зовнішнім виглядом пластин кислотного акумулятора визначити їхню полярність?

77. Чи можна виготовити психрометр, використавши для цього напівпровідникові термістори? Де в сільському господарстві можна застосувати такий психрометр?

78. Для чого намагнічують пробку, призначену для зливання масла, в днищі картера трактора?

79. Якщо в системі запалювання трактора чи автомобіля «проб'ється» конденсатор, машина не заводиться, а коли замість конденсатора приєднати дротину з великим опором – двигун заведеться. Яку роль відіграє опір? Яка напруга виникне на електродах свічки запалювання?

Коливання і хвилі

80. Якщо піднести металеву кульку на нитці до рами працюючого трактора, вона відскакуватиме. Чому?

81. Чи будуть гармонійними коливання поршня в циліндрі двигуна внутрішнього згоряння? Точки на ободі колеса автомашини під час руху?

82. У якій системі відліку рух точки на гусениці трактора можна вважати гармонійним коливанням? Чи будуть гармонійними коливання цієї точки відносно землі?

83. Як зміщені за фазою верхній і нижній ножі під час руху жатки комбайна? Яку траєкторію руху матиме точка на одному з ножів відносно поверхні ґрунту? Які ще частини комбайна здійснюють коливальний рух?

84. Будова віялки-сортувалки така: зерно, скочуючись похилими площинами сит, почергово просіюється. Для чого ситам надають коливального руху?

85. Як здійснюється перетворення обертового руху в поступальний у кривошипно-шатунному механізмі двигуна? Від чого залежить період і амплітуда коливань поршня? Яке фізичне явище застосовується для виведення поршня з верхньої та нижньої «мертвих» точок?

86. Чи можливе явище резонансу під час нерівномірного руху автомобіля або трактора? Чим шкідливе явище резонансу для сільськогосподарських машин?

87. Чому іноді в кабіні трактора під час роботи двигуна розпочинають дзеленькати шибки? Коли це відбувається?

88. Щоб виявити місце, де виникли «стуки» в двигуні, використовують продовгувате тверде тіло (палицю), прикладають її до картера і слухають. Чи не можна для цього використати прилад, подібний до медичного стетоскопа? У якому разі буде краще чути «стуки»?

89. Як пояснити «самовідкручування» гайок під час роботи двигуна? Як запобігти цьому?

90. Чому під час великих обертів двигуна в коробці передач або на задньому (ведучому) мосту з'являється гул? Чому гудіння сильніше, якщо в коробці недостатньо масла? Як залежить висота тону гудіння від кількості обертів двигуна?

91. Як пояснити, що надмірне збільшення обертів двигуна може вивести його з ладу?

92. Чому в сучасних автомашинах здебільшого використовують генератори постійного струму? Для чого потрібно випрямляти змінний струм?

93. Чому під час перевезення води у відкритих резервуарах, які заповнені майже вщерть, на поверхню води треба класти круг, виготовлений з дерева або з іншої легкої речовини?

94. Чи можна, ударяючи по цистерні, визначати її наповненість?

95. Якщо під час перегляду телевізійних передач поблизу працює трактор, то виникають перешкоди. Як це пояснити?

96. Чому для роботи радіоприймача в кабіні трактора чи автомобіля потрібна зовнішня антена?

Оптика. Фізика атома

97. Чому цистерни для зберігання пального або аміачної селітри на відкритій місцевості чи в польовому стані рекомендують фарбувати у світлий колір?

98. Як пояснити, що зволожений ґрунт виглядає темнішим?

99. Рослини поливають лише вранці або увечері. Чому? Що сталося б, якщо полити рослину в сонячну погоду?

100. Чому для захисту від сонячних променів найкраще застосувати покриття, пофарбоване в білий або червоний колір?

101. Чому на схилах гір, ярів і дахів навесні сніг тоне значно швидше, ніж на горизонтальній поверхні? Яке застосування це знаходить у сільському господарстві?

102. Як за оптичними характеристиками відрізнити грозову хмару?

103. Чому ясна погода взимку – ознака морозної погоди?

104. Які ґрунти – підзолисті чи чорноземи швидше прогріваються? Які – швидше охолоджуватимуться?

105. Чому для виготовлення ртутних ламп використовують спеціальне кварцове скло, а під час спорудження парників – звичайне?

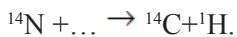
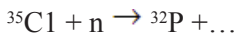
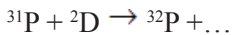
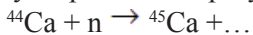
106. Для сушіння овочів, фруктів, сіна, деревини ефективна дія променів певної довжини. Що це за промені? Які їх властивості?

107. Як пояснити, що хмарні дні влітку холодніші, а взимку навпаки?

108. Якої довжини хвилі найбільше поглинаються зеленим листям? Чому? Яка роль сонячного світла в житті рослин?

109. Чи змінюється енергія фотона в процесі переходу з повітря в інше середовище, наприклад, під час проникнення світла всередину листя рослин?

У виробництві і техніці часто використовують радіоактивні ізотопи ^{45}Ca , ^{32}P , ^{14}C , що утворюються в результаті таких ядерних реакцій:



(У наведених реакціях заповнити пропущені місця та вказати, які елементарні частинки виділяються).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Балаш В. А. Задачи по физике и методы их решения [Текст] / А. В. Балаш // Пособие для учителя.– 4-е изд., перераб. и доп.– М.: Просвещение, 1983.– 432 с.
2. Балл Г. А. Теория учебных задач [Текст] / Г. А. Балл // – М.: Педагогика, 1990.– 183 с.
3. Бугаёв А. И. Методика преподавания физики в средней школе: Теорет. основы [Текст] / А. И. Бугаёв // Учебное пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец.– М.: Просвещение, 1981.– 288 с.
4. Бугайов О. І., Головка М. В. Нове покоління підручників для профільного навчання фізики у середніх загальноосвітніх навчальних закладах. Яким йому бути? [Текст] / 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.
5. Выготский Л. С. Педагогическая психология [Текст] / Л. С. Выготский // [под ред. В. В. Давыдова].– М.: Педагогика, 1991.– 480 с.
6. Галатюк Ю. М., Рибалко А. В. Впровадження системи дослідницьких задач в курсі фізики середньої школи [Текст] / 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.
7. Гапоник Т. Э., Матецкий Н. В. Обучение учащихся методам решения физических задач [Текст] / Т. Э. Гапоник, Н. В. Матецкий // Физика: проблемы обучения.– 2006.– №4.– С. 27–28.
8. Голин Г. М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы [Текст] / Г. М. Голин // Кн. для учителя.– М.: Просвещение, 1987.– 127 с.
9. Головка М. В. Розвиток теорії і практики електронного підручника з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів [Текст] / М. В. Головка // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць.– К.: Пед. думка, 2006.– Вип. 6.– С. 42–51.
10. Гончаренко С. У. Фізика: методи розв'язування задач [Текст] / С. У. Гончаренко // 2-е вид.– К.: Либідь, 1996.– 128 с.
11. Гутман В. И., Мощанский В. Н. Алгоритмы решения задач по механике в средней школе [Текст] / В. И. Гутман, В. Н. Мощанский // Кн. для учителя.– М.: Просвещение, 1988.– 95 с.
12. Давиденко А. А. Творча діяльність учнів при розв'язуванні винахідницьких задач [Текст] / А. А. Давиденко // Фізика та астрономія.– 2001.– №3.– С. 10–13.
13. Демкович В. П., Демкович Л. П. Сборник задач по физике [Текст] / В. П. Демидович, Л. П. Демидович // 8–10 класс.– М.: Просвещение, 1981.– 206 с.
14. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Інформ. зб. МОН України.– 2004.– №1–2.– С. 5–60.
15. Жалдак М. І., Морзе Н. В., Мостіпан О. І., Науменко Г. Г. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів фізико-математичного, природничого та технологічного профілів. Інформатика 10–11 класи [Текст] / М. І. Жалдак, Н. В. Морзе, О. І. Мостіпан, Г. Г. Науменко // Комп'ютер у школі та сім'ї.– 2003.– №7.– С. 7–13.
16. Жук Ю. О. Розв'язування дослідницьких задач з фізики із застосуванням нових інформаційних технологій [Текст] / Ю. О. Жук // Наук.-метод. зб.: Проблеми освіти.– Вип. 6.– Київ, 1996.– С. 57–63.
17. Знаменский П. А. Сборник вопросов и задач по физике для VIII–X классов средней школы [Текст] / П. А. Знаменский // Пособие для учащихся.– М.: Гос. учебно-педагог. изд-во Министерства Просвещения РСФСР, 1959.– 191 с.
18. Каменецкий С. Е., Орехов В. П. Методика решения задач по физике в средней школе [Текст] / С. Е. Каменецкий, В. П. Орехов // Книга для учителя.– М.: Просвещение, 1987.– 336 с.
19. Касьянова Г. В. Система физических задач для развития творческих способностей учнів [Текст] / Г. В. Касьянова // Навч. посібник.– К.: ІЗМН, 1997.– 120 с.
20. Концепція профільного навчання в старшій школі // Інформ. зб. Міністерства освіти і науки України.– 2003.– №24.– С. 3–15.
21. Концепція фізичної освіти у 12-річній загальноосвітній школі: Проект [Текст] / О. І. Бугайов // Фізика та астрономія в школі.– 2001.– №6.– С. 6–13.
22. Коршак С. В., Ляшенко О. І., Савченко В. Ф. Фізика 9 кл. [Текст] / С. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко // Підручник.– К.: Ірпінь: Перун, 2003.– 232 с.
23. Кузьмина Н. В. Профессионализм деятельности преподавателя и мастера производственного обучения профтехучилища [Текст] / Н. В. Кузьмина // Кн. для учителя.– М.: Высшая школа. 1990.– 254 с.
24. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения [Текст] / И. Я. Лернер // Монография.– М.: Педагогика, 1981.– 186 с.
25. Методика преподавания физики в 8–10 классах средней школы. Ч. 1 [Текст] // Пособие для учителя [под ред. В. П. Орехова и А. В. Усовой].– М.: Просвещение, 1980.– 320 с.
26. Момот Л. Л. Проблемно-пошукові методи навчання в школі [Текст] / Л. Л. Момот // Посібник для вчителя.– К.: Рад. школа, 1983.– 63 с.

27. Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті: Проект.– К.: Шкільний світ, 2001.– 23с.
28. Основы методики преподавания физики в средней школе [Текст] // Пособие для учителя [под ред. А. В. Перышкина и др.]– М.: Просвещение, 1984.– 398 с.
29. Педагогика: Большая современная энциклопедия / [Сост. Е. С. Рапацевич].– Мн.: Современное слово, 2005.– 720 с.
30. Педагогический энциклопедический словарь / [Гл. ред. Б. М. Бим-Бад].– М.: Большая Российская Энциклопедия, 2002.– 528 с.
31. Перельман Я. И. Занимательная физика [Текст] / Я. И. Перельман // Кн. для учащихся.– М.: Наука, 1979.– 129 с.
32. Пономарев Я. А. Психология творчества [Текст] / Я. А. Пономарёв // Учебное пособие.– М.: Наука, 1976.– 303 с.
33. Пономарев Я. А. Фазы творческого процесса [Текст] / Я. А. Пономарёв // Исследование проблем психологии творчества.– М.: Педагогика, 1983.– С. 3–26.
34. Прахов Б. Г. Изобретательство и патентоведение [Текст] / Б. Г. Прахов // Словарь-справочник.– Киев: Вища школа, 1987.– 182 с.
35. Принцип систематичности в начальном обучении русскому языку, математике, природоведению // Сб. научн. трудов.– Л.: ЛГПИ им. А. И. Герцена, 1977.– 127 с.
36. Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике [Текст] / В. Г. Разумовский // Пособие для учителей.– М.: Просвещение, 1975.– 272 с.
37. Разумовский В. Г. Развитие технического творчества учащихся [Текст] / В. Г. Разумовский // [под ред. А. В. Перышкина].– М.: Госуд. Учебно-педагогическое издательство Мин. просвещения РСФСР, 1961.– 146 с.
38. Разумовский В. Г. Творческие задачи по физике в средней школе [Текст] / В. Г. Разумовский // Пособие для учащихся.– М.: Просвещение, 1966.– 154 с.
39. Римкевич А. П. Збірник задач з фізики для 8–10 кл. середньої школи [Текст] / А. П. Римкевич // Посібник.– 8-е вид., перероб.– К.: Рад. шк., 1987.– 176 с.
40. Роберт И. В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования [Текст] / И. В. Роберт // Монография.– М.: Школа-Пресс, 1994.– 205 с.
41. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования [Текст] / С. Л. Рубинштейн // Из неопубликованной рукописи.– М.: Изд-во АПН РСФСР, 1958.– 147 с.
42. Савченко О. Я. Дидактика початкової школи [Текст] / О. Я. Савченко // Підручник для студентів педагогічних факультетів.– К.: Генеза, 1999.– 368 с.
43. Сборник задач и вопросов по физике [Текст] / П. И. Самойленко, А. В. Сергеев // Учебное пособие для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования.– 2-е издание, стереотипное.– М.: Academia, 2004.– 174 с.
44. Семькин Н. П., Любичанковский В. А. Методологические вопросы в курсе физики средней школы [Текст] / Н. П. Семькин, В. А. Любичанковский // Пособие для учителей.– М.: Просвещение, 1979.– 88 с.
45. Современный философский словарь // [Под общей ред. докт. филос. наук В. Е. Кемерова].– 3-е изд. испр. и доп.– М.: Академический Проект, 2004.– 864 с.
46. Терещук С. І. Профільне навчання фізики в старшій школі: досвід та перспективи розвитку [Текст] / С. І. Терещук // Фізика та астрономія в школі.– 2007.– №2.– С. 24–26.
47. Типові навчальні плани загальноосвітніх навчальних закладів для основної та старшої школи // Інформ. зб. МОН України.– 2004.– №6.– С. 3–32.
48. Тихомиров О. К. Психология мышления [Текст] / О. К. Тихомиров // Учебное пособие.– М.: Изд.-во Моск. ун-та, 1984.– 272 с.
49. Усова А. В., Бобров А. А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики [Текст] / А. В. Усова, А. А. Бобров // Пособие для учителя.– М.: Просвещение, 1988.– 122 с.
50. Ушинский К. Д. Детский мир. Первые уроки логики [Текст] / К. Д. Ушинский // Хрестоматия.– Соч. Т.4.– М.–Л.: Изд-во АПН РСФСР, 1948.– 678 с.
51. Фізика. Астрономія. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів 7–12 класи // О. І. Ляшенко, М. І. Дзюбенко.– К.: Перун, 2005, 2006.– 79 с.
52. Эсаулов А. Ф. Психология решения задач [Текст] / А. Ф. Эсаулов // Методическое пособие.– М.: Высшая школа, 1972.– 216 с.
53. Якиманская И. С. Развивающее обучение [Текст] / И. С. Якиманская // Учебное пособие.– М.: Педагогика, 1978.– 144 с.
54. Amadco A. Distance education without high costs // Learning find leading with technology, 1995, vol 22 – p. 12–13.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Мельник Юрій Степанович

ЗАДАЧІ ПРИКЛАДНОГО ЗМІСТУ З ФІЗИКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Навчально-методичний посібник

Літературний редактор І. В. Трудолюбова
Верстка А. О. Басін
Обкладинка П. В. Резніков

Підписано до друку 21.11.2013 р. Формат 70x100 $\frac{1}{16}$
Гарнітура Times. Друк офс. Папір офс.
Ум. друк. арк. 9,75
Наклад 300 пр.

**Видано державним коштом.
Продаж заборонено.**

Видавництво «Педагогічна думка»
04053, м. Київ, вул. Артема, 52-а, корп. 2;
тел./факс: (044) 484-30-71

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовників
розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 3563 від 28.08.2009 р.