

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА**

СКУБІЙ ТЕТЯНА ВАДИМІВНА

УДК: 378.66.016:537.8 (043)

**ФОРМУВАННЯ ВМІНЬ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ЗАДАЧІ З
ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ У СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ**

Спеціальність 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)

ДИСЕРТАЦІЯ

на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник

Сергієнко Володимир Петрович,
доктор педагогічних наук, професор

Київ – 2010

З М І С Т

	стор.
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕОРІЇ І МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЮ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ У ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ.....	13
1.1. Розв'язування задач з фізики як важливий елемент навчального процесу.....	13
1.2. Особливості навчальних задач в курсі загальної фізики.....	21
1.3. Психолого-педагогічні основи розв'язування задач з фізики.....	27
1.4. Аналіз збірників задач та посібників з курсу загальної фізики.....	38
1.5. Аналіз методики розроблення та використання діючих комп'ютерних засобів навчання з фізики.....	50
Висновки до розділу 1.....	61
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ УМІНЬ ЩОДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ У СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ.....	62
2.1. Комплексне використання нових та традиційних засобів навчання на практичних заняттях з електродинаміки.....	62
2.2. Етапи формування основних понять електродинаміки під час розв'язування задач.....	73
2.3. Розвиток та формування умінь у студентів під час розв'язування задач з електродинаміки	86
2.4. Алгоритмічні прийоми розв'язування фізичних задач.....	105
2.5. Застосування методу диференціювання та інтегрування (ДІ) і методу Гаусса під час розв'язування задач з електродинаміки.....	110
2.6. Реалізація міжпредметних зв'язків фізики і математики під час розв'язування задач з електродинаміки.....	118

2.6.1. Особливості застосування поняття “градієнт”.....	121
2.7. Основи розроблення та використання електронного навчального посібника “Розв’язування задач з електростатики”.....	127
2.8. Розроблення та використання завдань для діагностики засвоєних знань та сформованих навичок і умінь студентів розв’язувати задачі з електродинаміки.....	141
2.9. Реалізація професійної спрямованості навчання під час розв’язування задач з електродинаміки.....	147
Висновки до розділу 2.....	153
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ	155
3.1. Організація і методика проведення експериментального навчання....	155
3.2. Констатувальний експеримент.....	160
3.3. Пошуковий етап експерименту.....	163
3.4. Формувальний педагогічний експеримент.....	167
3.5. Експертне оцінювання методики формування умінь щодо розв’язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів	182
Висновки до розділу 3.....	185
Висновки	187
Додатки	190
Список використаних джерел	209

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДІ – диференціювання та інтегрування

ЕНП – електронний навчальний посібник

ЗНУ – знання, навички, уміння

КДК – комп'ютерні демонстраційні компоненти

КЗН – комп'ютерні засоби навчання

ККР – комплексна контрольна робота

КР – контрольна робота

НІТ – нові інформаційні технології

ПЗН – програмні забезпечення навчання

ПЗНП – програмний засіб навчального призначення

ПК – персональний комп'ютер

ПМК – програмно – методичні комплекси

ТСР – тематична самостійна робота

HTML – Hypertext Markup Language

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасний етап розвитку дидактики фізики в Україні характеризується цілеспрямованими інноваційними процесами, які орієнтовані на реалізацію психолого-педагогічних цілей навчання та виховання. В умовах переходу до гуманістичної парадигми освіти необхідне інтенсивне запровадження у системі національної освіти нових інформаційних технологій, моделей та методів навчання, які сприяли б розвитку кожного суб'єкта навчання в освітньому процесі.

Тому завдання курсу загальної фізики в технічних університетах полягають, в першу чергу, у забезпеченні подальшого оволодіння студентами спеціальними фаховими дисциплінами та у формуванні умінь застосовувати фізичні знання для виконання технічних завдань. Однак, загальна тенденція розвитку сучасних вищих технічних навчальних закладів така, що в планах підготовки майбутніх фахівців у галузі сучасної техніки для курсу загальної фізики відводиться все менше часу. Програми і навчально-методична література; сучасні інформаційні засоби навчання; діагностика знань, навичок та умінь з навчальної дисципліни потребують розвитку. Подальшого вдосконалення потребують зміст фізичної освіти та методика навчання загальної фізики, як основа фундаменталізації фахових знань.

Проблему керування навчально-пізнавальною діяльністю суб'єктів навчання засобами нових інноваційних та традиційних технологій розкрили в працях О.І. Бугайов [25, 27, 28], О. Бойко [20], Ю.О. Жук [68, 198], О.І. Іваницький [81], О.Т. Проказа [152], Є.Я. Швець [223] та ін.

Слід визначити, що методика навчання фізики у вищих навчальних закладах за останній час розвивається досить інтенсивно. Проблеми навчання фізики у вищій школі знайшли відображення в докторських дисертаційних дослідженнях Г.Ф. Бушка [31], Є.В. Лучика [118], В.П. Сергієнка [173], Б.А. Суся [200] та ін. Низку загальних положень дидактики та методики викладання фізики у вищій школі розроблено в дослідженнях

С.У. Гончаренка [54 – 56], А.В. Касперського [92, 93], А.М. Сохора [196], М.І. Шута [225 – 231].

Методика розв’язування навчальних фізичних задач дістала розвиток в наукових працях О.І. Бугайова [23 – 28, 137], С.У. Гончаренка [54 – 56], Б.А. Гохвата [57], Є.В. Коршака [100 – 102, 158], О.І. Ляшенка [119], О.В. Сергєєва [168 – 170], А.І. Павленка [140, 141], С.Ю. Вознюка [38], О.С. Іванова [82], І.В. Іваха [83, 84], Ф.П. Нестеренка [128], Г.І. Розенבלата [159], А.І. Шапіро [220], В.О. Франковського [218], А.М. Яворського [235] та ін., а також у іноземних працях Д.А. Александрова [1], В.Є. Володарського [39 – 41], П.А. Знаменського [76], П.Л. Капіци [99], В.П. Орехова [88], В.Г. Розумовського [136, 154], Н.М. Тулькібаєвої [205], М.Є. Тульчинського [207, 208], А.В. Усової [211 – 215], А.М. Мельшиної [121] та ін.

Проведений нами аналіз науково-методичних праць показав, що окремі аспекти проблеми модернізації методики навчання розв’язуванню фізичних задач з використанням нових інформаційних технологій та традиційних засобів навчання розкрито на достатньому рівні в основному для середньої школи. Для технічних університетів зазначені проблеми, розв’язання яких дає можливість надати фізиці прикладного спрямування, досліджені недостатньо або не розглядалися взагалі.

Тому з метою інтенсифікації навчального процесу, активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, виховання і розвитку творчої особистості, здатної до самоорганізації та самоосвіти, розвитку фізичного та технічного мислення, потребує вирішення проблема розроблення та впровадження методики формування умінь щодо розв’язування фізичних задач у студентів технічних університетів шляхом комплексного використання нових інформаційних технологій і традиційних засобів навчання.

Ці обставини визначили актуальність дослідження і зумовили вибір теми дисертаційного дослідження **“Формування вмінь розв’язувати задачі з електродинаміки у студентів технічних університетів”**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційне дослідження виконане відповідно до тематичного плану науково-дослідної роботи кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії НПУ імені М.П. Драгоманова і є складовою наукового напрямку «Зміст, форми, методи і засоби фахової підготовки вчителів» (протокол № 6 від 25 грудня 2003 року).

Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (протокол № 11 від 31 травня 2007 року) та узгоджена Міжвідомчою радою з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук України (протокол № 6 від 19 червня 2007 року).

Мета дослідження полягає у розробленні, теоретичному обґрунтуванні й експериментальній перевірці методики формування умінь щодо розв'язування фізичних задач у студентів технічних університетів.

Об'єктом дослідження є навчальний процес з фізики в технічному університеті.

Предмет дослідження – методика формування умінь щодо розв'язування фізичних задач у студентів технічних університетів.

Відповідно до мети дослідження визначено основні його **завдання**:

1. Проаналізувати психолого-педагогічну та науково-методичну літературу з метою визначення стану проблеми дослідження і встановлення основних напрямків розвитку методики навчання розв'язуванню задач з фізики в умовах науково-технічного прогресу.

2. Розробити методику формування умінь щодо розв'язування фізичних задач у студентів технічних університетів шляхом комплексного використання нових інформаційних технологій та традиційних засобів навчання.

3. Розробити алгоритми розв'язування типових задач з електродинаміки, які викликають у студентів найбільші труднощі під час їх розв'язування на практичних заняттях.

4. Розробити та впровадити сучасні навчально-методичні засоби відповідно до діючих програм курсу загальної фізики в технічних університетах.

5. Створити та використати завдання для діагностики засвоєних знань та сформованих навичок й умінь студентів розв'язувати фізичні задачі.

6. Експериментально перевірити ефективність і результативність впливу запропонованої методики на рівень сформованих умінь студентів технічних університетів розв'язувати фізичні задачі.

Для виконання поставлених завдань були використані такі **методи дослідження**:

теоретичні для вивчення та аналізу психолого-педагогічної літератури, науково-методичних досліджень, діючих програм, підручників, навчальних посібників, програмних засобів навчального призначення, монографій, статей і науково-методичних конференцій, що відображають стан проблеми дослідження в теорії та методиці навчання фізики в технічних університетах;

емпіричні: *діагностичні та соціометричні методи* для спостереження за навчальним процесом, анкетування, хронометраж, опитування, тестування, проведення тематичних самостійних та контрольних робіт, моніторинг якості фізичної освіти в технічних університетах тощо; *експериментальні методи* для проведення педагогічного експерименту в його конкретних формах: констатувальному, пошуковому та формувальному; особистий досвід викладання загальної фізики в технічному університеті; обговорення результатів дослідження і практичних рекомендацій на всеукраїнських та міжнародних науково-методичних конференціях; *статистичні методи* для опрацювання здобутих експериментальних результатів.

Методологічною і теоретичною основою дослідження є загальнотеоретичні й методологічні принципи наукового пізнання; положення системного, діяльнісного та особистісно орієнтованого підходів до підготовки фахівців у галузі техніки та технологій; принцип єдності теорії та практики (Б.М. Кедров [94], Л.С. Виготський [49], О.М. Леонт'єв [113,

114], Л.С. Рубінштейн [160]); концепція цілісного відображення складових частин науки – знань, методології, видів специфічної діяльності під час вивчення фізики; теорія поетапного формування розумових дій (Н.Ф. Тализіна [202], П.Я. Гальперін [50]); Державний освітній стандарт вищої технічної освіти.

Експериментальна база дослідження: Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут” (кафедра загальної фізики та фізики твердого тіла, кафедра загальної та експериментальної фізики), Національний авіаційний університет (кафедра загальної фізики), Кам’янець-Подільський Національний університет ім. Івана Огієнка (кафедра фізики), Запорізька державна інженерна академія (кафедра фізики), Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова (кафедра загальної та прикладної фізики, кафедра теорії та методики навчання фізики і астрономії).

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:

- *вперше* розроблено практикум розв’язування задач з електростатики з комп’ютерною підтримкою, який допомагає студентам технічних університетів розвинути та сформувані такі уміння: будувати фізичну модель ситуації; аналізувати умову задачі; реалізовувати план розв’язку задачі; перевіряти, оцінювати та досліджувати відповідь задачі;

- *дістала розвиток* методика навчання розв’язуванню фізичних задач студентів технічних університетів за рахунок комплексного використання розроблених нами нових інформаційних технологій та традиційних засобів навчання, а також засобів діагностики знань, навичок та умінь;

- *удосконалено* алгоритми розв’язування типових задач на метод диференціювання та інтегрування і метод Гаусса, які входять до завдань тематичних самостійних робіт, як засобів діагностики здобутих знань, сформованих навичок та умінь студентів розв’язувати задачі з електродинаміки;

- встановлено, що комплексне використання розроблених нами нових інформаційних технологій та традиційних засобів навчання під час практичних занять сприяє розвитку у студентів технічних університетів умінь розв'язувати задачі, аналізувати, систематизувати та узагальнювати навчальний матеріал з фізики, як основи формування їх фахових знань.

Практичне значення дослідження:

- розроблено методику формування умінь щодо розв'язування фізичних задач у студентів технічних університетів шляхом комплексного використання нових інформаційних технологій та традиційних засобів навчання, що сприяє реалізації професійної спрямованості майбутніх фахівців у галузі сучасної техніки;

- створені та апробовані нові дидактичні засоби: навчальний посібник, тести, тематичні самостійні та контрольні роботи, які інформаційно та функціонально доповнюють традиційні засоби навчання в технічних університетах;

- розроблено програмний засіб навчального призначення “Електронний навчальний посібник”, який використовується під час проведення аудиторних занять, домашньої самопідготовки студентів та дистанційного навчання.

Впровадження результатів дослідження здійснювалося у процесі експериментального навчання студентів технічних, класичних та педагогічних університетів на кафедрах: загальної фізики та фізики твердого тіла, загальної та експериментальної фізики Національного технічного університету України “КПІ” (довідка № 66 від 22.02.10 р.); фізики Запорізької державної інженерної академії (довідка № 5/1561 від 08.09.08 р.); загальної фізики Національного авіаційного університету (довідка № 43/08-02 від 23.02.2010 р.); загальної та прикладної фізики, теорії та методики навчання фізики і астрономії Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (довідка № 07-10/364 від 18.02.10 р.); фізики Кам'янець-

Подільського національного університету імені Івана Огієнка (довідка № 10 від 02.03.09 р.).

Особистий внесок здобувача у працях, опублікованих разом із співавторами полягав у:

- *підготовці* “нульових зрізів” з електродинаміки для визначення рівня знань, набутих після отримання середньої освіти;
- *створенні* системи завдань, як способу контролю знань, навичок та умінь із розв’язування задач з електродинаміки;
- *створенні* навчального посібника “Розв’язування задач з електростатики”;
- *розробленні* методичних рекомендацій та рубрик “Що повинен знати студент” до кожної теми навчального матеріалу з курсу загальної фізики.

Апробація результатів дослідження. Основні результати дослідження опубліковані у науково-методичних журналах, збірниках наукових праць та фахових виданнях. Матеріали роботи обговорювалися та одержали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях, а саме на: VI Міжнародній науково-методичній конференції «Проблеми та шляхи розвитку вищої технічної освіти» (Київ, 2002); IX Всеукраїнській науковій конференції «Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики» (Київ, 2004); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Науково-методичні засади моніторингу якості освіти в педагогічних університетах» (Київ, 2007); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Фізико-технічна і фізична освіта у гуманістичній парадигмі» (Керч, 2007); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Безперервна фізико-математична освіта: проблеми, пошуки, перспективи» (Бердянськ, 2007); VIII Міжнародній науково-методичній конференції «Вища технічна освіта: проблеми та перспективи розвитку в контексті Болонського процесу» (Київ, 2007); Міжнародній науково-практичній конференції «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2008); Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційно-комунікаційні технології навчання» (Умань,

2008); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Чернігівські методичні читання з фізики» (Чернігів, 2008); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проектування освітніх середовищ як методична проблема» (Херсон, 2008); XIII Міжнародній науково-методичній конференції «Методи удосконалення фундаментальної освіти в школах і ВНЗ» (Севастополь, 2008); II Міжнародній науково-практичній конференції «Фізико-технічна і фізична освіта у гуманістичній парадигмі» (Керч, 2009).

Публікації. Основний зміст дисертації та результати дослідження розкрито у 20 науково-методичних працях, серед яких один навчальний посібник; один програмний засіб навчального призначення “Електронний навчальний посібник”; одна настанова користувача з методичними рекомендаціями щодо використання програмного засобу під час аудиторних занять; у фахових виданнях опубліковано 10 статей, серед яких 9 одноосібних та 1 у співавторстві.

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до розділів, висновків. Повний обсяг дисертації становить 233 сторінок, з яких 187 основного тексту. У тексті міститься 16 таблиць та 49 рисунків. Додатки в кількості 12 займають 19 сторінок. Список використаних джерел налічує 235 найменувань.

Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕОРІЇ І МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЮ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ У ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

В цьому розділі визначено сучасний стан, основні досягнення, проблеми і тенденції розвитку методики розв'язування задач з фізики в умовах науково-технічного прогресу. Досліджено особливості фізичних задач. Розглянуто психолого-педагогічні основи розв'язування задач з фізики. Зроблено аналіз збірників задач та навчально-методичних посібників із загальної фізики і методики розроблення та використання діючих комп'ютерних засобів навчання у сучасній освіті. Подано теоретичне обґрунтування доцільності та необхідності удосконалення методики проведення практичних занять з курсу загальної фізики у вищих технічних навчальних закладах. Зокрема, за умови пріоритетності таких чинників: методики формування умінь щодо розв'язування фізичних задач; розроблення та використання нових та традиційних засобів навчання як основної передумови ефективності навчально-виховного процесу із загальної фізики.

1.1. Розв'язування задач з фізики як важливий елемент навчального процесу

Основні досягнення і тенденції розвитку методики фізики в умовах науково-технічного прогресу та вдосконалення методики розв'язування задач привели не лише до визначення фізичних задач як елемента та засобу навчальної діяльності або джерела нових знань, а й як мети і методу навчання, розвитку й виховання суб'єктів навчання.

Завдання формування та розвитку пізнавальної активності й самостійності творчого мислення суб'єктів навчання в процесі здобування системних знань та формування навичок й умінь на основі цілісного підходу

до процесу навчання зумовило розроблення окремих питань наукових основ методики розв'язування і складання фізичних задач.

Сергеєв О.В. та Павленко А.І. [172] започаткували новий напрямок у методиці розв'язування задач – складання задач з фізики викладачами та учнями, який розглядався по-перше, як спосіб підвищення інтелектуального рівня учнів та по-друге, як вищий ступінь вміння розв'язувати задачі, тобто вищий ступінь актуалізації фізичних знань. Відбувся розвиток та інтеграція загальних питань з методики складання і розв'язування фізичних задач, завдяки чому була запропонована низка оригінальних вітчизняних методик розв'язування шкільних задач (О.С. Іванов [82], І.В. Івах [83] та ін.). Останнім часом в Україні надруковано чимало збірників задач з фізики (Б.А. Гохват [57], М.Е. Меньяйлов [122], Ф.П. Нестеренко [128], М.І. Шут [231], В.О. Аніщенко [6], Б.А. Сусь [201], С.М. Пастушенко [142, 143], І.М. Кучерук [71], І.П. Гаркуша [72], А.Г. Бовтрук [75], Я.І. Федішин [216] та ін.).

Науковці дійшли висновку, що підвищення ефективності й результативності розвивального навчання можливе через реалізацію принципу спеціального формування алгоритмічних і евристичних прийомів розумової діяльності, втілення якого в навчальну практику у вигляді розв'язування і складання фізичних задач дасть змогу цілеспрямовано формувати у суб'єктів навчання продуктивне мислення [87]. Широкі можливості в здобуванні фізичних знань відіграють творчі фізичні задачі, які рекомендовано розв'язувати на завершальному етапі вивчення нового матеріалу [154].

Дослідження історії становлення дидактики фізики в Україні, усвідомлення механізмів внутрішньої логіки її розвитку описані А.К. Волошиною в низці наукових праць [42 – 47, 164], де запропоновано періодизацію основних етапів історичного становлення методики розв'язування фізичних задач в Україні.

У 1986 р. вперше в Україні було видано посібник з методики розв'язування фізичних задач, який мав інноваційний характер, оскільки в ньому вперше здійснено комплексно-системний підхід до методики розв'язування задач з фізики, який реалізує саме технологічний аспект розв'язування задач різних типів [158].

Наприкінці 80-х років, в Україні, був закладений фундамент для розвитку технології розв'язування і складання фізичних задач як цілісної системи, яка знайшла подальший розвиток й вдосконалення, оскільки в 90-і роки розпочався новий період розвитку методики фізики як наукової дисципліни.

За останні роки в системі освіти запропоновано та впроваджено різні технології навчання. Наприклад, Ю.О. Жук [68] розглянув методику розв'язування дослідницьких задач з фізики із застосування нових інформаційних технологій (НІТ). У 1995 р. ним вперше розроблена система фізичних задач, орієнтованих на формування умінь та навичок використання НІТ під час розв'язування навчальних дослідницьких задач, а також методика навчання учнів розв'язуванню цих задач, яка пройшла експериментальну перевірку і позитивно оцінена за об'єктивними критеріями.

Іншим підходом до вдосконалення методики розв'язування та складання фізичних задач є дослідження А.І. Павленка [140], де на основі визначеного концептуального теоретичного змісту методики навчання учнів складанню та розв'язуванню фізичних задач запропонована модель модульної стратегії пошуку розв'язку навчальних задач. Сутність модульної стратегії полягає в тому, щоб підняти рівень і поліпшити якість процесу навчання в цілому за рахунок локального групування в його побудові.

В науковій роботі А.К. Волошиної (спільно з О.В. Сергєєвим) “Еволюція методики розв'язування навчальних фізичних задач в Україні (кінець 80-х років – теперішній час)” розглянуті основні недоліки існуючої методики розв'язування фізичних задач. До них, насамперед, відносяться:

- ✓ відсутність стандартизації змісту розв'язування фізичних задач;

✓ недосконалість методики навчання розв'язуванню задач і методики навчання та виховання через задачі;

✓ невідповідність постановки задач та їх розв'язку закономірностям розвитку учнів в онтогенезі та ін.

Автори запропонували дидактичну модель, що визначала методичний підхід до традиційної методики розв'язування навчальних фізичних задач.

У вище зазначеній роботі відмічено стійкі тенденції розвитку методики розв'язування і складання фізичних задач на емпіричному та теоретичному рівнях, відповідно до інноваційних процесів, притаманних психолого-педагогічним наукам сучасності, а саме:

- інтенсивний розвиток теоретичних основ інтегративної методики розв'язування і складання навчальних фізичних задач на теоретичному і прикладному рівнях, який зумовлює розроблення та впровадження відповідної науково обґрунтованої дидактичної технології;

- розширення діапазону дидактичних функцій навчальних фізичних задач на основі методології сучасної методики розв'язування навчальних фізичних задач;

- необхідність розвитку дивергентної компоненти продуктивного мислення, стимулювання самостійної пізнавальної діяльності особистості засобами фізики, пошуки ефективних підходів до повнішого розкриття методичних, методологічних і гносеологічних можливостей творчих, винахідницьких, дослідницьких і самостійно складених навчальних фізичних задач;

- посилення ролі інформаційних дидактичних технологій щодо вдосконалення задачного підходу в процесі розв'язування навчально-дослідницьких і творчих навчальних фізичних задач на основі інтерактивної комп'ютерної графіки та реалізації рейтингової системи;

- впровадження модульного підходу методів моделювання, інтеграції методики розв'язування і складання фізичних задач як методу навчально-пізнавальної діяльності суб'єктів навчання та гносеологічного інструменту

пізнання, переорієнтація методики навчання від розгляду окремо взятої фізичної задачі до дослідження і використання їх локальної системи, що дозволяє здійснити генералізацію задачного підходу у навчанні фізики в умовах диференційованого та індивідуалізованого навчання.

В науковій роботі О.Б. Красножона [107] обґрунтовано необхідність удосконалення існуючої системи математичної підготовки майбутніх вчителів фізики, доцільність впровадження в методичну систему навчання інформаційно-комунікаційних технологій, розроблення методичної системи математичної підготовки студентів фізичних спеціальностей в умовах використання інформаційно-комунікаційних технологій у вищих навчальних закладах, яка спрямована на підвищення рівня математичної та професійної підготовки майбутніх вчителів, активізацію навчально-пізнавальної діяльності студентів. В роботі також обґрунтовано доцільність впровадження комп'ютерно-орієнтованих методик навчання математики студентів фізичних спеціальностей.

Автор довів необхідність і з'ясував можливості удосконалення методичної системи математичної підготовки майбутніх вчителів фізики в умовах використання інформаційно-комунікаційних технологій; запропонував елементи механізму комп'ютерного моніторингу знань, навичок та вмінь студентів фізичних спеціальностей; розробив систему методичних вимог, які мають задовольняти зміст фізичних задач (складених суб'єктами навчання) і процес їх розв'язування. Запропонована система дає змогу узагальнити й упорядкувати засоби і методи підвищення ефективності навчання фізики.

У роботі А.Ю. Анісімова [5] доведено роль і місце фізичних задач в навчально-виховному процесі, розглянуто низку питань з основних вимог до уроку фізики, а також до складання та розв'язування задач на уроках та у позаурочній роботі; досліджено психолого-педагогічні основи самостійної творчої роботи суб'єктів навчання, під час вивчення фізики.

Автор запропонував методичну систему навчання учнів складанню та розв'язуванню задач, яка розроблена в межах моделі навчального процесу з фізики.

На підставі проведеного дослідження А.Ю. Анісімов стверджує, що основними завданнями педагогічної науки з проблеми розвитку методики складання та розв'язування фізичних задач є:

- розроблення та впровадження навчальних комп'ютерних програм зі складання, аналізу та розв'язування фізичних задач;
- створення методичної бази для застосування експериментальних фізичних задач;
- розроблення нових збірників фізичних задач з врахуванням вимог дидактики, стандарту та концепції навчання фізики;
- підвищення педагогічної майстерності вчителів з питань керування процесами складання та розв'язування фізичних задач суб'єктами навчання;
- розроблення науково обґрунтованих методичних рекомендацій для вчителів щодо складання та розв'язування фізичних задач на уроках та у позаурочний час з усіх розділів курсу фізики.

А.Д. Рибалко [156] провів дослідження з питань розширеного психолого-педагогічного змісту поняття “навчальна дослідницька фізична задача” на основі відносного й безвідносного підходів до властивостей суб'єкта навчання; дидактичної межі застосування навчальних дослідницьких фізичних задач; обґрунтування принципу класифікації навчальних дослідницьких фізичних за основними методами пізнання в фізиці і дидактичними цілями.

У роботі [132] І.В. Оленюк стверджує, що розв'язування навчальних фізичних задач забезпечує досягнення студентами вищих еталонних рівнів якості знань при узгодженні еталонних вимог конкретних навчальних задач з пізнавальними можливостями студентів та урахуванні стилю їх мислення (теоретичного, емпіричного). До того ж, контроль та ліквідація прогалин у знаннях в процесі розв'язування різнорівневих задач, забезпечує ефективне

керівництво навчально-пізнавальною діяльністю студента, спрямоване на досягнення прогнозованого еталона.

Л.І. Вовк, у роботі [37], розглянула метод паралельного викладу. Можливість такого вивчення існує завдяки методу аналогії. Паралельне (одночасне) вивчення було застосовано як при викладанні окремих розділів курсу фізики, так і під час розв'язування фізичних задач.

Автор з'ясувала, що однакова структура рівнянь, які описують аналогічні явища з фізики, приводить до аналогії у методах розв'язування задач з цих питань. На основі цього твердження застосування методу аналогії автором проводилося у такій послідовності: встановлення аналогії між фізичними явищами → між величинами → між формулами (законами) → між рівняннями → і в решті між ходом розв'язування задач.

М.А. Віднічук, у дослідженні [34], розглянув різноманітні методи і методичні прийоми розв'язування винахідницьких задач в курсі фізики, де визначив особливості їх застосування, переваги та недоліки. Методи розв'язування задач структуризовано за ступенем їх ефективності. Розроблено програму вивчення учнями основ теорії розв'язування винахідницьких задач в курсі фізики для гурткової та факультативної форм роботи; систему навчальних винахідницьких задач та запропоновано варіанти їх розв'язків.

Методика формування професійного самовизначення під час розв'язування фізико-технічних задач розглянута в науковій роботі Опачко М.В. [133]. Автор рекомендувала знайомити учнів із елементами і структурою різних видів професійної діяльності. Реалізація запропонованої методики передбачала використання обґрунтованих автором методів дослідження фізичної задачі на предмет профорієнтаційної інформативності: критеріальний аналіз і факторний аналіз задач.

Опачко М.В. запропонувала використовувати такі критерії сформованості умінь і навичок розв'язувати задачі з використанням їх прикладного змісту:

- ✓ уміння відокремлювати фізичний і прикладний зміст задачі;
- ✓ уміння за умовою задачі розгортати сюжет у напрямку професійної задачі, визначати професію;
- ✓ уміння аналізувати результат розв'язку з точки зору його значущості для професійної діяльності;
- ✓ навички розкриття змісту професії з точки зору використання в ній фізичних закономірностей;
- ✓ уміння виділяти операційно-функціональний компонент професійної діяльності з умови задачі.

В науковій праці Шаповалової Л.А. [221] розглянуто задачі як дійовий засіб реалізації міжпредметних зв'язків природничо-математичних дисциплін і формування в учнів умінь самостійно їх здійснювати під час вивчення курсу фізики. Виявлено особливості змісту і структури міжпредметних задач і на їх основі визначені особливості методики розв'язування цього виду задач і методики навчання учнів умінню розв'язувати міжпредметні задачі. Проаналізовано й обґрунтовано специфічні особливості моделі уроку розв'язування задач, які спрямовані на реалізацію міжпредметних зв'язків.

Таким чином, аналіз наукових праць українських дослідників дає змогу констатувати, що на теперішній час в методиці розв'язування фізичних задач як компоненти дидактики фізики внаслідок переходу її від абстрактно-загального до синтетичного етапу розвитку у процесі системної інтеграції з педагогікою, психологією, фізикою, філософією, проблемологією і радіологією та іншими дисциплінами відбуваються нові підходи до створення теоретичних основ навчання розв'язуванню і складанню фізичних задач.

Навчальні задачі у вивченні фізики завжди посідали провідне місце як один із найважливіших засобів продуктивної розумової діяльності. Узагальнення досвіду їх використання у шкільному курсі фізики і проектування змісту цього виду занять на практичні заняття у вищому

технічному навчальному закладі допомогло формувати у студентів уміння розв'язувати задачі з електродинаміки.

1.2. Особливості навчальних задач в курсі загальної фізики

Розв'язування задач є найважливішим компонентом сучасних технологій навчання завдяки їх винятковій ролі у формуванні й розвитку пізнавальної активності, аналітичного стилю мислення, інтелектуальних і пошуково-творчих здібностей в умовах диференційованого навчання фізики; оволодіння методами наукового пізнання, зокрема дослідницьким досвідом та процедурами творчої діяльності.

В наукових працях з методики розв'язування задач існують різні визначення поняття “задача”.

Деякі автори розглядають *задачу*, як ситуацію, яка вимагає від суб'єкта певних дій. Ще *задача* визначається як система інформаційних процесів, неузгоджене співвідношення між якими викликає потребу в їхньому перетворенні [233]. *Задача* – це навчальна вправа, яка виконується за допомогою обчислень та умовиводів. *Задачі* – це ситуації, з якими доводиться мати справу у навчанні та науковій діяльності, коли необхідно визначити невідоме на базі знання його зв'язку з відомим.

В психолого-педагогічній літературі розглянуто такі *види задач*: навчальні (наприклад фізичні), психологічні, соціальні.

Навчальна задача – це цілеспрямовано дібрана вправа для вивчення фізичних явищ, формування понять, розвитку фізичного мислення та формування умінь та навичок застосовувати знання на практиці [88].

Фізична задача – це певна навчальна проблема, яка в загальному випадку розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій та експерименту на основі законів фізики [3, 158, 117].

Фізична задача – це ситуація, яка вимагає від учня розумових та практичних дій, що ґрунтуються на знанні ним понять і законів фізики, і

направлена на закріплення, поглиблення і розвиток цих знань, на формування умінь застосовувати їх на практиці, а також на розвиток наукового мислення [178].

Фізичні задачі відображають технічний потенціал і дослідницьку роботу. На думку В. Микитюка [123], задачі повинні відповідати таким вимогам:

1. Зміст задач слід пов'язувати з вихованням почуттів, ставленням до навколишнього світу, з повсякденною життєвою необхідністю.
2. Фізичні задачі повинні відображати виховний потенціал фізики.
3. У зміст задач слід включати конкретні питання професійної орієнтації: екології, економіки, дотримання правил руху та техніки безпеки, збереження здоров'я, вибору оптимального варіанту для виконання корисної роботи тощо.

Розв'язування задач є однією з найважливіших ділянок роботи в системі навчання фізики в технічних університетах.

Під час *розв'язування задач* слід до певної міри індивідуалізувати процес навчання, чого, наприклад, фактично неможливо досягти під час проведення бесіди або читання лекції. Розв'язування задач слід органічно поєднувати з демонстраційним і фронтальним експериментом, усним викладом матеріалу, з використанням електронних посібників тощо. У ряді випадків розв'язування задач є основою для узагальнюючих висновків [56].

Розв'язування задач – це метод навчання. Враховуючи різний рівень можливостей та інтересів студентів, викладачам слід добирати, а також складати задачі самостійно так, щоб вони за змістом були цікавими й корисними для суб'єктів навчання [56, 123].

Розв'язування задач – це активний пізнавальний процес, велику роль у якому відіграють спостереження фізичних об'єктів і експеримент. Вони сприяють створенню відповідних образів і уявлень, уточненню умови задачі, одержанню даних, яких не вистачає, встановленню залежності між

фізичними величинами, що характеризують процес або явище яке розглядається в задачі [178].

Розв'язування задач з фізики дає змогу не тільки добре засвоїти новий матеріал, але й усвідомити можливість практичного використання тих чи інших законів та формул. Розв'язування задач розвиває абстрактне та логічне мислення, виховує у студентів такі інструменти аналізу як послідовність та залежність у діях, що є дуже важливим і корисним не тільки у пізнавальній діяльності з фізики, але й у повсякденному житті.

Фізичні задачі різних типів слід ефективно використовувати на різних етапах вивчення нового матеріалу [56]:

- для постановки проблеми, що потребує розв'язування (на заняттях можна використовувати не складні задачі, які цілком посилені для всіх суб'єктів навчання);
- повідомлення нових знань (значну кількість нового матеріалу, які повинні засвоїти студенти, можна подати їм на основі розв'язування конкретних задач);
- формування практичних умінь і навичок;
- перевірки якості засвоєння матеріалу (однією з важливих форм перевірки якості засвоєних знань суб'єктів навчання є розв'язування задач, яке слід здійснювати за допомогою різноманітних контрольних робіт, а також за допомогою індивідуального розв'язування задач студентами);
- повторення, закріплення та узагальнення матеріалу (розв'язування комбінованих задач є ефективним засобом повторення, закріплення і особливо узагальнення матеріалу, приведення його в систему);
- для розвитку творчих здібностей суб'єктів навчання та ін.

Програма з курсу загальної фізики не можлива без практичних занять, метою яких є допомогти студентам навчитися розв'язувати задачі різного типу та рівня складності. Вважається, що без систематичного розв'язування задач курс фізики не може бути засвоєний.

Основна мета, яку слід ставити під час розв'язування задач, полягає в тому, щоб суб'єкти навчання глибше зрозуміли фізичні закономірності, навчилися розбиратися в них і застосовувати їх до аналізу фізичних явищ та практичних питань.

Розв'язування фізичних задач на практичних заняттях сприяє [197]:

1. Чіткішому формуванню фізичних понять, різносторонньому і глибокому їх розумінню та кращому засвоєнню. Завдяки відповідному добору матеріалів фізичних задач студенти знайомляться з новим матеріалом, розширюють обсяг знань, готуються до засвоєння подальших частин матеріалів, що вивчаються. В цьому полягає пізнавальне значення розв'язування фізичних задач.

2. Закріпленню навичок і умінь у застосуванні фізичних законів.

3. Встановленню рівня засвоєння вивченого матеріалу, міцності та глибини знань.

4. Здійсненню принципу політехнізму у навчанні (добір задач з технічним змістом).

5. Закріпленню знань й навичок використання найменувань фізичних величин, формуванню навичок роботи з таблицями сталих величин, з фізичними довідниками, тобто формуванню навичок самоосвіти.

6. Наочній демонстрації міжпредметних зв'язків з природничо-математичними і технічними дисциплінами.

7. Повторенню вивченого матеріалу.

8. Організації контролю знань.

9. Подоланню основного недоліку сучасного навчання – формалізації знань.

Організаційні форми процесу розв'язування фізичних задач, як системи дидактичного впливу з метою формування у суб'єктів навчання уміння розв'язувати задачі в якості системи пізнавальних стратегій природничо-наукової спрямованості визначаються дидактичними настановами, метою і змістом освіти. Так, у методиці фізики, та й в навчанні загалом, чітко

виявляється прагнення виховувати й розвивати самостійність стилю мислення, спостережливість, пізнавальну діяльність суб'єктів навчання шляхом практичних занять у фізичних лабораторіях. У такому підході фізичні задачі розглядаються не тільки як засіб, але й як метод навчання фізики [42].

Зв'язок цілей, місця і значення розв'язування задач у системі навчання і виховання дуже тісний.

Поставивши цілі розв'язування задач (відповівши на запитання «навіщо потрібна фізична задача?»), одразу стає зрозумілим їх місце. А розуміючи цілі і місце глибше усвідомлюється їх значення.

У науково-методичній літературі розглянуто такі *загальні методи розв'язування задач* [99]:

Аналітичний метод. Він припускає розподіл складної задачі на низку простих (аналіз). Розв'язування починається з пошуку закономірностей, що дають безпосередню відповідь на питання задачі. Остаточна розрахункова формула здобувається шляхом синтезу низки часткових закономірностей.

Синтетичний метод. Він характеризується тим, що розв'язування задач починається не з шуканої величини, а з величин, які слід знайти безпосередньо з умови задачі. Розв'язок розгортається поступово, до тих пір, доки шукана величина увійде до чергової формули. При такому підході розв'язування задач треба починати з аналізу явища.

У науковій праці С.О. Кубишиної [109] розглянуто сучасну *класифікацію* задач. Розглянемо її більш детально.

1. *Інформаційні задачі.* Забезпечують здобуття нових відомостей з умови задачі.

2. *Міжпредметні, цікаві задачі.* Це задачі пізнавального характеру, частіше в них дібрані навчальні відомості з інших предметів.

3. *Евристичні задачі.* Це творчі задачі (під час їх розв'язування припускають евристичні прийоми). Розв'язок таких задач відбувається в

підсвідомості, його слід називати інтуїтивним. Основна відмінність цих задач – сприйняття всієї проблеми одразу.

4. *Скорочені задачі.* Їх розв'язування не вимагає нестандартних прийомів. Найчастіше їх називають типовими.

5. *Нестандартні творчі задачі,* які містять відверто не виявлені шляхи розв'язку. Ядром таких задач є ситуація, за змістом вони міжпредметні, текст їх дозволяє суб'єктам навчання здобути нові знання.

Інформаційні, міжпредметні, цікаві й скорочені задачі – це основа для формування фізичного світогляду у студентів. Евристичні – це задачі, які пробуджують інтерес до фізики взагалі, дають розуміння, що всі явища природи навколо нас підкоряються фізичним законам. Нестандартні творчі задачі використовують для закріплення матеріалу й зміцнення фізичних знань.

Фізичні задачі поділяються за такими *ознаками* [197]:

- *За змістом:* абстрактні та конкретні з промисловим та культурно-історичним змістом, цікаві.
- *За дидактичною метою:* тренувальні, контрольні, творчі.
- *За способом завдання умови:* текстові, графічні, задачі – рисунки, задачі – досліди.
- *За ступенем складності:* прості (містять одну – дві дії, використовують один фізичний закон), складні, комбіновані.
- *За характером й методом дослідження:* кількісні, якісні, експериментальні.

В процесі розв'язування фізичної задачі, незалежно від її виду, розглядається така загальна послідовність дій:

1. Вивчення умови задачі.
2. Розподілення задачі на частки, етапи й складання плану розв'язку.
3. Здійснення розв'язку.
4. Аналіз здобутих результатів.

Отже, фізичні задачі є важливою складовою процесу навчання фізики майбутніх фахівців у галузі сучасної техніки та технології. Успіх засвоєння розв'язування задач залежить від того, який метод, спосіб та прийом використовує викладач під час розв'язування задач. Аналіз реальних життєвих ситуацій сприяє розвитку творчих, дослідницьких та інших здібностей студентів вищих технічних навчальних закладів. Саме за умінням розв'язувати фізичні задачі оцінюються знання студентів з фізики і їх здатність до виконання творчих завдань майбутньої професійної діяльності.

Засвоєння знань та формування умінь щодо розв'язування задач з фізики має тісний зв'язок з психолого-педагогічними науками. Тому вважаємо корисним розглянути деякі положення дидактики, які подано у наступному параграфі.

1.3. Психолого-педагогічні основи розв'язування задач з фізики

Процес розв'язування задач має складний характер. Упродовж багатьох років він докладно вивчається психологами і методистами, але донині його сутність залишається однією з головних тем наукових дискусій. Психологи та викладачі розглядають діяльність з розв'язування задач з різних точок зору. Наведемо деякі з них.

1. З метою вивчення індивідуальних особливостей, для виявлення здібностей, рівня розвитку мислення (образного або логічного), уяви, пам'яті конкретної особистості.

2. Для дослідження загальних закономірностей мислення в процесі розв'язування задач певного типу. У педагогічній психології за допомогою цього методу знаходять структуру і особливості діяльності студентів в процесі розв'язування задач і на цій основі дають певні рекомендації для організації цієї діяльності.

3. Базуючись на певних теоретичних положеннях, в даному випадку на теорії задач, будується діяльність в процесі їх розв'язування. Подальше

експериментальне формування такої діяльності дозволяє встановити, наскільки ці теоретичні положення правильні. Цей підхід автори [222] називають *нормативним*. Тобто розглядається, якою повинна бути діяльність суб'єкта, тому що те, якою вона буде насправді, залежить від дуже великої кількості обставин як загальних (яку він отримав освіту, які його особистісні особливості, які прийоми і методи роботи він засвоїв та ін.), так і часткових (який настрій суб'єкта в дану мить обставини, в яких він перебуває, які його мотиви розв'язування даної задачі та ін.) [222, с. 58].

Окрім того, термін “розв'язування задач” в науковій і навчальній літературі наразі використовується принаймні в трьох різних значеннях:

- по-перше, під розв'язуванням задач розуміють *план (спосіб, метод) знаходження невідомого задачі* (в цьому випадку діяльність суб'єктів полягає у конструюванні моделі розв'язку задачі);

- по-друге, під розв'язуванням задачі розуміють *процес виконання плану розв'язування*;

- по-третє, під розв'язуванням задачі розуміють *результат виконання плану розв'язку задачі*, по суті, це відповідь до задачі.

Як зазначає Г.С. Костюк, “...задача передбачає необхідність свідомого пошуку відповідного засобу для досягнення ясно видимої, проте безпосередньо недосяжної мети. Розв'язування задачі передбачає знаходження цього засобу” . І далі: “Той, хто розв'язує задачу, намагається весь час наблизити, зіштовхнути і співвіднести між собою умови і вимоги, включити їх в єдину систему відношень, які в психології називаються основним відношенням задачі” [104, 105, 108]. Загалом, розв'язування задач можна представити як встановлення математичної та логічної залежності між її структурними елементами – даними і шуканими величинами. Стосовно задач з фізики правильним буде твердження: “розв'язати фізичну задачу – це знайти таку послідовність загальних положень з фізики (законів, означень, принципів, формул тощо), при якій застосування їх до умов задачі або до

проміжних результатів розв'язку дає те, що вимагається в задачі, тобто її розв'язок" [149, с. 34 – 35].

Оскільки пізнавальна діяльність людини завжди спрямована на формування чітких уявлень про навколишню дійсність, що дозволяють доцільно орієнтуватись у світі, тому аналізу процедур, що забезпечують різні шляхи відображення дійсності, здавна приділяється значна увага. Аналіз літературних джерел показав, що існують, зокрема, такі схеми засвоєння знань студентами під час розв'язування задач [173]:

1. Інформація — віра — переконання (знання);
2. Інформація — розуміння — переконання (знання).

Як видно з цих схем, студент отримує знання і може ними оперувати, будучи впевненим у їх істинності. Проте переконання (знання), отримані за цими двома схемами, якісно відмінні.

Внаслідок використання першої схеми у структурі знань студента виникають такі *недоліки*: а) в середньому 70 % студентів у разі введення зайвих даних не можуть розв'язати задачу; б) невміння розв'язувати якісні задачі; в) неврахування меж застосування закону; г) нездатність до узагальнення й аналізу здобутого результату; д) неуміння розв'язувати задачі різними способами [173].

Шляхи усунення *недоліків* [35, 215]:

1. Навчання студентів загальній структурі розв'язування фізичних задач.
2. Навчання задачам, які вчать особливостям, різним видам (обчислювальним, логічним, експериментальним, графічним, задачам - рисункам).
3. “Вироблення” алгоритмів розв'язування задач з конкретних тем та на їх основі формулювання загального алгоритму розв'язування навчальних задач.
4. Проведення спеціальної роботи з засвоєння студентами структури алгоритму, розкриття перед ними змісту його окремих дій.

5. Визначення послідовності розв'язування задач з конкретної теми, щоб в процесі розв'язку перших задач відпрацьовувалися конкретні операції, а потім здійснювалося згортання їх в узагальнені дії.

6. Забезпечення реалізації студентами всіх вищезазначених шляхів в процесі розв'язування задач.

7. Формування у студентів професійної спрямованості під час розв'язування задач.

Навчальний процес з фізики потрібно будувати на *науковості* пізнання. При цьому студент має розуміти, де вихідні факти, в чому суть моделі – гіпотези, як із постулатів роблять теоретичні висновки, якими є експериментальні докази достовірності теорії тощо. Неволодіння цими вихідними методологічними поняттями призводить до механічного заучування навчального матеріалу, фізика стає “важким” предметом, з'являються типові для учнів та студентів помилки [163, 173].

Формалізм у знаннях призводить до невміння застосовувати основні закони, рівняння та поняття під час розв'язування задач. Наприклад, під час використання методу диференціювання та інтегрування (методу ДІ) для знаходження напруженості електричного поля, виникають такі труднощі: а) невміння виділити нескінченно малий елемент зарядженого тіла; б) невміння користуватися міркуваннями симетрії для визначення напрямку вектора напруженості електричного поля; в) невміння відобразити допоміжні гауссівські поверхні; г) невміння користуватися теоремою косинусів; д) невміння застосувати основні положення геометрії та тригонометрії; е) невміння складати вектори та знаходити модуль результуючого вектора; ж) невміння проектувати вектори на координатні вісі; з) невміння диференціювати та інтегрувати, рахувати границі інтегрування тощо.

Далі розглянемо, які принципи реалізуються в процесі засвоєння знань та формування вмінь розв'язувати задачі з електродинаміки у студентів вищих технічних навчальних закладів.

В процесі розв'язування задач студент використовує науково – достовірні експериментально доведені закони та закономірності, а, отже, і реалізує перший принцип дидактики – *принцип науковості*. Він полягає в доборі матеріалу, який відповідає структурі побудови певної науки і навчального предмета, специфіці його розділів і тем, висвітлює її сучасні досягнення.

Правила реалізації принципу *науковості* [145, 150, 151]:

1. Повідомляти учням (студентам) лише науково достовірні знання.
2. Розкривати перед учнями (студентами) технологію і техніку наукових досліджень.
3. Залучати учнів (студентів) до системи доступних наукових досліджень.
4. Вказувати на перспективи і необхідність розвитку певних галузей науки.

Під час розв'язування задач з фізики особливо важливими є вміння навчити студентів аналізувати, порівнювати і зіставляти об'єкти, що вивчаються за властивостями тіл і явищами, класифікувати, систематизувати, виділяти головне, синтезувати, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, проводити аналогії тощо. Це приводить в подальшому до формування професійної спрямованості майбутніх фахівців.

Формування умінь розв'язувати задачі з фізики може бути здійснено шляхом активізації пізнавальної діяльності студентів.

Пізнавальна діяльність за В.М. Вергасовим [33] – це психічні процеси, що відбуваються в центрах інтелекту в результаті дії механізмів сприйняття, мислення і поведінки. Перш ніж активізувати мислення, треба активізувати сприйняття умови задачі.

Фізіологами встановлено [62], що пропускна здатність слухового аналізатора людини значно менша, ніж зорового – 50 тис. біт/с і 5 млн біт/с інформації відповідно. Посиленню ефективності сприйняття умови задачі сприяє використання відеокomp'ютерних комплексів та інших сучасних технічних засобів навчання. Використовуючи технічні засоби навчання комплексно, створюються такі умови, за яких поєднується конкретне й абстрактне, образ і

поняття. Ці засоби активізують роботу всіх аналізаторів: зору, слуху та руху; забезпечують єдність дій, емоцій та вольових зусиль. Однак позитивний вплив **наочності** на пізнавальну активність студентів під час розв'язування задач з фізики, визначається раціональним поєднанням слова викладача і засобу навчання, врахуванням індивідуальних особливостей студентів та їх вмінням бачити **наочність**. Отже, в усьому вищезазначеному реалізується ще один принцип дидактики – **принцип наочності**, який передбачає навчання на основі живого сприймання конкретних предметів і явищ дійсності або їх зображень [145, 150, 151].

Наочність є такою:

- ✓ *натуральна* (рослини, тварини, гірські породи, зоряне небо, прилади, машини, явища природи та ін.),
- ✓ *образна* (картини, таблиці, моделі, муляжі, математичні фігури та ін.),
- ✓ *символічна* (географічні карти, графіки, діаграми, схеми, формули та ін.).

Наочність сприяє розумовому розвитку учнів (студентів), допомагає виявити зв'язок між науковими знаннями і життєвою практикою, полегшує процес засвоєння знань і сприяє розвитку інтересу до них, допомагає сприймати об'єкт у розмаїтті його сторін і зв'язків, сприяє розвитку мотиваційної сфери учнів (студентів).

Використання *наочності* повинно бути підпорядковане конкретній меті, розвитку самостійності й активізації учнів (студентів), враховувати їх вікові особливості. Вона має бути змістовною, естетично оформленою, відповідати психологічним законам сприймання, не повинна містити нічого зайвого, викликати додаткової асоціації. Відповідно готуючи учнів (студентів) до її сприймання, її не слід переоцінювати і недооцінювати у процесі навчання.

Правила реалізації принципу *наочності* [145, 150, 151]:

1. Не забувати народну мудрість: “Краще раз побачити, ніж сто разів почути”.

2. Вчити студентів спостерігати, встановлювати логічні зв'язки між предметами, явищами.

3. Пам'ятати, що наочність не мета, а лише засіб досягнення певної мети.

4. Під час використання наочності актуалізувати чуттєвий досвід студентів, спиратися на сформовані в їхній уяві картини і образи, що виникли раніше.

5. Враховувати вікові можливості студентів: від предметної наочності на початкових курсах поступово переходити до символічної на старших.

6. Опановувати техніку і технологію використання технічних засобів навчання.

Для полегшення засвоєння навчального матеріалу і способів пізнавальних дій, для успішного розв'язування задач під час проведення практичних занять із електродинаміки, доцільно пояснювати основні методи розв'язування задач за допомогою *принципу міцності знань, навичок та умінь* [145, 150, 151]. Щоб підвищити продуктивність розв'язування задач, які базуються на *принципі міцності*, студентам надаються поради з раціональної організації самостійної позааудиторної роботи. Тобто рекомендується виконувати такі дії [173]:

1. Умову задачі читати доти, доки не стане зрозумілим, який саме фізичний процес або явище розглядається у цій задачі. Умова вважається вивченою, якщо студент може передати зміст задачі своїми словами.

2. Записати умову задачі в позначеннях літерами та одиницях СІ. Умову записувати ретельно, нічого не пропускаючи, навести і ті величини, числові значення яких не задаються, але про них можна судити з умови задачі.

3. Виконати креслення, схему, рисунок з позначенням заданих і шуканих величин. На рисунку показати всі векторні величини (напруженість електричного поля або індукцію магнітного поля та ін.).

4. Згадати, яким фізичним законам підлягає розглядуваний процес і якими математичними формулами виражаються ці закони. Якщо формул

декілька, то потрібно зіставити величини, які входять до різних формул, із заданими та шуканими величинами і вибрати ті формули, у які вони входять.

5. Скласти план розв'язування задачі.

6. Якщо закон містить векторні величини, то цей закон належить записати у векторному вигляді. Вибрати напрями координатних осей і навести векторні співвідношення в проєкціях на осі координат у вигляді скалярних рівнянь, що пов'язують відомі та шукані величини. Потім розв'язувати отриману систему рівнянь відносно шуканої величини, щоб здобути відповідь у загальному вигляді, тобто математичний вираз, в одній частині якого знаходиться шукана величина, а в другій – задані в умові задачі й узяті з таблиці величини.

7. Перевірити розв'язок діями над одиницями виміру величин. Якщо в розрахункову формулу входять алгебраїчні суми, то слід звернути увагу на збіг одиниць виміру складових цієї суми і підставити цю одиницю.

8. Підставити числові значення величин з найменуваннями їх одиниць у розрахункову формулу та обчислити шукану величину з точністю, що відповідає точності вихідних даних.

9. Оцінити доцільність і достовірність одержаного результату, його відповідність фізичному змісту. Записати відповідь в одиницях СІ або в одиницях, зазначених в умові задачі.

10. З'ясувати, чи є інші способи розв'язання задачі, а також, як зміниться результат, якщо змінити умову задачі. Проаналізувати окремі випадки загального розв'язування, пояснити результати такого аналізу.

Принцип міцності передбачає тривале збереження в пам'яті набутих знань та сформованих навичок і умінь. Існує багато шляхів реалізації цього принципу в процесі повторення, закріплення і застосування знань, навичок і умінь [145, 150, 151], а саме:

- повторення навчального матеріалу за розділами і структурними смисловими частинами;
- запам'ятовування нового матеріалу в поєднанні з пройденим раніше;
- нове групування матеріалу з метою приведення його до системи;

- виділення при повторенні основних, провідних ідей;
- використання при повторенні різноманітних методик, форм і підходів;
- використання вправ;
- використання самостійної роботи за творчим застосуванням знань;
- постійне звертання до раніше засвоєних знань з нової точки зору їх трактування.

Під час розв'язування задач фізично мислити студентам допомагають *узагальнені пізнавальні уміння*. До узагальнених пізнавальних умінь належать *вміння аналізувати та синтезувати, порівнювати та узагальнювати, робити висновки, виділяти причинно-наслідкові зв'язки між явищами*, тобто виконувати відповідні розумові операції [29]. Тут мають місце **методи дидактики**. Найефективнішими є такі *методи*, як: проблемний виклад знань; частково-пошукові; пошукові; дослідницькі.

В процесі формування узагальнених умінь у студентів розв'язувати задачі з електродинаміки важливу роль відіграє їх мотивація. Сприятливі формуванню у студентів мотивації до розв'язування задач можуть такі **методи дидактики**: пізнавальні ігри, навчальні дискусії, створення ситуацій емоційно-моральних переживань, створення ситуацій допитливості, створення ситуацій аперцепції (опори на життєвий досвід), створення ситуацій пізнавальної новизни та ін. З усього вищезазначеного має місце ще один принцип дидактики – **принцип свідомості й активності студентів**.

Принцип свідомості й активності виник і розвивався як заперечення догматизму і пасивної ролі учнів у навчанні. Плідний результат у будь-якій людській діяльності визначається тим, наскільки людина активна в цій діяльності і свідомо до неї ставиться. Передбачає широке використання у навчанні проблемних методів, активізації всіх психічних процесів, які сприяють активізації пізнання.

Активне й свідоме засвоєння знань та формування навичок і умінь забезпечує використання різноманітних розумових операцій (порівняння і зіставлення, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія), з'ясування

взаємозв'язків і взаємозумовленості у вивченому матеріалі, правильне відображення думки при усному мовленні.

Активізація пізнавальної діяльності студентів сприяє позитивному ставленню до навчання, інтересу до навчального матеріалу, позитивному емоційному переживанню. Вона залежить від того, наскільки тісний зв'язок навчання з життям, забезпечує єдність між інтелектуальною і мовною діяльністю студентів, сприяє використанню на практиці засвоєних знань та сформованих навичок і умінь. Позитивно впливають на неї систематичне повторення засвоєних знань, варіативність і диференціація вправ, роботи щодо засвоєння важкого матеріалу доступними шляхами. Викладач має продумувати особливості використання знань для узагальнення інтелектуальних вмінь під час виконання конкретних завдань. Цьому сприяють проблемне навчання, диференціювання матеріалу відповідно до навчальних можливостей студентів, використання сучасних технічних засобів навчання, вміння викладача враховувати психологічний стан студентів і стадії їх психічного розвитку тощо.

Правила реалізації принципу *свідомості й активності студентів* [145, 150, 151]:

1. Формувати в студентів пізнавальні мотиви навчання.
2. Залучати кожного студента до активної пізнавальної діяльності, всіляко заохочуючи щонайменші успіхи.
3. Зважати на індивідуальні особливості студентів, їх пізнавальні інтереси.
4. Широко використовувати різноманітні нові технології і засоби оволодіння знаннями: опорні схеми, моделювання, дидактичні ігри тощо.

Предметні уміння з фізики загального характеру реалізуються лише за наявності *конкретного предметного уміння*: застосовувати знання конкретних законів та формул, необхідних для розв'язування даної задачі. Тому у студентів мають бути сформовані відповідні уміння застосовувати ці знання на практиці [24]. Формуючи предметні уміння ми реалізуємо *принцип*

зв'язку навчання з життям, який полягає у використанні життєвого досвіду студентів, розкритті практичної значущості знань, застосуванні їх у практичній діяльності, використанні політехнічного матеріалу в процесі навчання, участі студентів у громадському житті, та ін. Цей принцип передбачає, що наукові положення в навчально-виховному процесі повинні підтверджуватися конкретною педагогічною практикою.

Правила реалізації принципу *зв'язку навчання з життям* [145, 150, 151]:

1. Приступаючи до вивчення конкретного матеріалу, переконувати студентів у життєвій важливості цих знань.
2. Спіратися на попередній життєвий досвід студентів.
3. Переконувати студентів, що поштовхом до наукових відкриттів є життєві потреби.
4. У процесі вивчення нового навчального матеріалу звертатися до розв'язування нових проблем на основі наукових надбань.

Узагальнимо вищезазначене.

1. Розв'язування задач є одним із важливих видів вправ під час вивчення фізики, одним із найважливіших засобів розвитку пізнавальної активності студентів. При цьому задача виступає не тільки як об'єкт практичного застосування знань, але і як джерело нових знань та умінь. Задачі не повинні бути малозмістовними і випадковими. Під час розв'язування задач необхідно знайомити студентів з історичними фактами, фундаментальними експериментами, сучасними досягненнями науки і техніки тощо. Створювати проблемні ситуації і спрямовувати діяльність студентів на самостійне розв'язання слід на практичних заняттях з фізики, дібравши текстові та експериментальні якісні і кількісні задачі. Важливо надавати цим задачам проблемного характеру і поєднувати проблемний підхід з іншими методичними прийомами.

2. Засвоєння знань та формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки спираються на дидактичні принципи: науковості; наочності; міцності засвоєння знань, навичок та вмінь; свідомості й активності

студентів; зв'язку навчання з життям та ін. Це підтверджує тісний зв'язок психолого-педагогічної науки з методикою навчання фізики, зокрема методикою формування умінь щодо розв'язування задач.

Оскільки одним із завдань дослідження є розроблення та впровадження навчально-методичних засобів, то ми вважали за необхідне проаналізувати найпопулярніші збірники задач та навчально-методичні посібники з курсу загальної фізики, досліджуючи зміст задач за їх умовою, рівнем складності тощо.

1.4. Аналіз збірників задач та посібників з курсу загальної фізики

У цьому параграфі проведено порівняльний аналіз найпопулярніших збірників задач та навчально-методичних посібників з курсу загальної фізики різних років видання та рівнів складності на прикладі розділу “Електродинаміка”.

Нами було обрано такі критерії порівняння збірників задач та навчально-методичних посібників: кількість задач по кожній темі, наявність рекомендацій, види складності задач, наявність стислих теоретичних відомостей, кількість прикладів розв'язання задач, форма відповідей до задач тощо.

Проведений порівняльний аналіз збірників задач та навчально-методичних посібників з курсу загальної фізики на прикладі розділу “Електродинаміка” подано у додатку А та в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Порівняльний аналіз збірників задач та навчально-методичних посібників

Автор та назва збірника	Наявність рекомендацій до розв'язування задач	Види складності задач	Наявність теоретичних відомостей	Наявність прикладів розв'язування задач	Наявність відповідей до задач
1	2	3	4	5	6
Савельєв І.В. “Сборник вопросов и задач по общей физике” [162]. Збірник задач призначений для студентів інженерних спеціальностей вищих технічних навчальних закладів	Вміщено загальні рекомендації. Розміщено параграф про психологічні основи розв'язування задач. Наведено «Методичні вказівки до розв'язування задач». Представлені правила, якими потрібно керуватися під час розв'язування фізичних задач. Вміщено відомості про обчислення з наближеними числами. Подано основні теоретичні відомості з теорії	Наведено задачі середнього та підвищеного рівня складності. Включено задачі кількісні та якісні	Містяться тільки основні позначення фізичних величин. Збірник задач розрахований на те, що студент ознайомився з матеріалом підручника за редакцією І.В. Савельєва	До задач підвищеної складності автор зробив короткі пояснення до розв'язку	Для задач достатнього рівня складності подано тільки числові відповіді, іноді - кінцева формула. До задач підвищеної складності є коротке пояснення до розв'язку

1	2	3	4	5	6
	похибок				
“Сборник задач по общей физике” под редакцией Савельева И.В. [166]. Збірник призначений для студентів інженерних та фізичних спеціальностей вищих технічних навчальних закладів	Вміщено загальні рекомендації. Окремі рекомендації до розв'язку різних видів задач відсутні	Присутні задачі усіх рівнів складності. Більшість задач - середнього та підвищеного рівня складності	Теоретичні відомості відсутні, оскільки збірник задач орієнтований на вивчення студентами підручників, що написані авторами цього задачника - Іродовим І.Є., Замшою І.О., Взоровим Н.Н., Савельєвим І.В., де міститься достатньо теорії для розв'язування задач та подано багато рекомендацій щодо методів розв'язування задач із загальної фізики	Задачі підвищеної складності супроводжуються коротким розв'язком. До більшості задач подано вказівки	Подано числові відповіді та кінцеві формули для більшості задач
Козел С.М., Рашба Е.Н., Славатинский С.А. “Сборник задач по физике” [97]. Збірник задач розраховано на студентів Московського фізико – технічного	Загальні рекомендації відсутні. Для найскладніших задач подано розв'язок. Окремих рекомендацій щодо розв'язування задач з конкретної теми	Всі задачі кількісні, якісних немає. Присутні задачі переважно підвищеної складності. Частина задач була складена Капіцою П.Л. Багато	Теоретичні відомості відсутні	До задач достатнього рівня складності подано вказівки. Всі задачі підвищеного рівня складності розв'язані повністю	Для задач достатнього та середнього рівня складності відповіді подано у вигляді числових значень. До задач достатнього рівня складності подано

1	2	3	4	5	6
інституту	немає	комбінованих задач, в яких тісно переплітаються різні розділи фізики			вказівки. Всі задачі підвищеного рівня складності розв'язані повністю
Бабаджан Е.И., Гервидс В.И. и др. "Сборник качественных вопросов и задач" [10]	Загальні рекомендації відсутні. У розділі «Відповіді» подано необхідні рекомендації щодо розв'язування найскладніших та цікавих вправ	Містить тільки якісні задачі. Наведено "тренувальні" вправи. Більшість задач і вправ є достатнього рівня складності, які націлені на закріплення пройденого матеріалу	Теоретичні відомості відсутні	Присутні вказівки до найскладніших задач. Повні розв'язки задач відсутні	Подано відповіді на всі задачі. До найскладніших задач є пояснення, вказівки, коментарі, короткі розв'язки
Волькенштейн В.С. "Сборник задач по общему курсу физики" [48]. Збірник задач рекомендований студентам вищих технічних навчальних закладів	Подано методичні рекомендації щодо розв'язування деяких задач	Більшість задач середнього і підвищеного рівня складності. З теми "Електричний диполь" взагалі немає жодної задачі. Представлена велика кількість задач з теми "Закон Кулона", де авторка розглянула взаємодію різних елементарних частинок та ядер,	Подано теоретичні відомості. Безпосередньо перед умовами запропонованих задач знаходиться блок основних формул і наведено докладні пояснення до них	Приклади розв'язування задач подано в кінці збірника, а також безпосередньо перед відповідною темою. На початку розділу «Електрика та магнетизм» наведено докладний приклад розв'язування задач на теми: потенціал точкового заряду, електричне зміщення та конденсатор. Найтипівіші задачі розв'язані в розділі «Відповіді»	Числові відповіді подано на всі кількісні задачі. Кінцеві формули вказано не для всіх задач, а тільки для нетипових і підвищеного рівня складності. Вказівки відсутні

1	2	3	4	5	6
		яким мало приділялося уваги в інших збірниках. Дуже багато задач у збірнику з теми “Конденсатори”, де за умовою між пластинами рухаються заряджені частинки			
Иродов И.Е. “Задачи по общей физике” [79]. Орієнтований на студентів фізичних та інженерно-фізичних спеціальностей вищих технічних навчальних закладів	Присутні загальні рекомендації. Окремі рекомендації можна знайти в підручнику Иродова І.Є., де автор навів багато прикладів розв'язування задач, що містяться у збірнику.	Містить багато задач з теми “Напруженість електричного поля. Електричне зміщення”. Присутні задачі усіх рівнів складності.	Присутні основні теоретичні відомості з кожної теми.	Розв'язаних прикладів задач немає. Проте у підручнику «Електрика і магнетизм» наведено багато прикладів розв'язування задач.	Присутні відповіді на всі задачі. Подано кінцеві формули на задачі усіх рівнів складності.
“Електрика і магнетизм” за редакцією Шута М.І. [63]. Методичний посібник видано у Національному педагогічному університеті ім. М.П. Драгоманова	Вміщено загальні та окремі рекомендації щодо розв'язування задач до тем, що вивчаються. Крім того, подано багато рекомендацій до розв'язування задач з теми «Конденсатори»	Містить переважно задачі середнього рівня складності. Автори, передусім, мають за мету навчити студентів розв'язувати типові та стандартні задачі	Наведено основний теоретичний матеріал, необхідний для розв'язування задач. Основні формули подано разом з виведенням, щоб студенти розуміли, звідки вони беруться, а не просто завчали їх	Розв'язано повністю 7 задач з докладними коментарями. До кожної задачі наведено відповідний рисунок, за допомогою якого студенти можуть краще уявити її розв'язок. В кінці кожної розв'язаної задачі проводяться всі необхідні математичні обчислення	Відповідь до задачі дається в дужках одразу після її умови. До найскладніших задач подано вказівки. До деяких задач автори вказали кінцеві формули. Числові відповіді подано на всі кількісні задачі

1	2	3	4	5	6
			напам'ять. Багато уваги приділено розмірності та одиницям вимірювання. Викладання теоретичного матеріалу в окремих главах проводиться у вигляді питання - відповіді		
Аніщенко В.О. "Електрика і магнетизм" [6]. Навчально – методичний посібник видання Ніжинського державного університету ім. Миколи Гоголя. Орієнтований на використання під час виконання розрахункових робіт	Загальні рекомендації викладено у вступній частині. Зазначено, як потрібно готуватися студентам до практичних занять з фізики. Подано стислі рекомендації до розв'язування задач кожної з тем	Задачі переважно середнього рівня складності, які є типовими (рекомендовано використовувати під час розв'язування типових розрахунково-графічних робіт)	Містяться основні теоретичні відомості по кожній з тем. Подано основні визначення понять, виведені необхідні формули. На початку кожного заняття подано основні питання у вигляді тез	Розв'язано 8 задач. З кожної теми розв'язано 2-3 задачі. Безпосередньо перед кожною з розглянутих тем наведена методика розв'язування задач (окремі рекомендації). Для кожного з підтипів задач вказано необхідні алгоритми розв'язку	Відповіді на більшість задач не вказано. Вказано чисельні відповіді на ті задачі, які пропонується розв'язати студентам самостійно
"Сборник задач по курсу общей физики" под редакцией М.С. Цедрика [165].	Не містить загальних та окремих рекомендацій	Містить переважно задачі типові та стандартні, проте приблизно 15-20% з них підвищеного рівня складності.	Містяться основні теоретичні відомості	Міститься 7 повністю розв'язаних задач з докладним поясненням. У розділі «Відповіді» подано вказівки та	Містить багато вказівок. Задачі підвищеного рівня складності докладно розібрані. До нетипових задач

1	2	3	4	5	6
Призначений для студентів фізико – математичних факультетів педагогічних вищих навчальних закладів		Розв’язок задач підвищеного рівня складності розібрано авторами в кінці підручника у розділі «Відповіді»		коментарі до розв'язування найскладніших задач	подано вказівки та необхідні пояснення
“Сборник задач по общему курсу физики. Электричество и магнетизм” под редакцией Сивухина Д.В. [167]. Орієнтований на використання студентами фізичних факультетів	Загальні та окремі рекомендації відсутні. Це пов’язано з тим, що докладне пояснення більшості задач підвищеного рівня складності, що містяться у цьому збірнику з усіма необхідними посиланнями, подано у підручнику Д.В. Сивухіна, том 3	Більшість задач підвищеного рівня складності. Задач низького та середнього рівня складності мало. Збірник складається із задач, які були запропоновані студентам фізичного факультету Московського державного університету на іспитах. Крім того, частина з них пропонувалася на іспитах у Московському фізико – технічному інституті. Автором деякої кількості задач є Гінзбург В.Л. Також представлені задачі	Теоретичні відомості відсутні, оскільки збірник зорієнтовано на підручник Сивухіна Д.В. «Електрика і магнетизм», де міститься великий обсяг теоретичного матеріалу	У розділі «Відповіді» міститься велика кількість розв'язаних повністю задач (всього 97) з усіма необхідними поясненнями та вказівками	Міститься велика кількість вказівок та відповідей. До кожної задачі підвищеного рівня складності є докладне пояснення та повний розв'язок. Відповіді на задачі достатнього та середнього рівня складності подано у вигляді кінцевих формул та числового результату. До більшості задач подано вказівки, які наведено як у самій умові задачі, так і у розділі «Відповіді»

1	2	3	4	5	6
		його колег - Стрелкова С.П., Шмальгаузен В.І., Харламова А.А.			
“Збірник задач” за редакцією Гаркуші І.П. [70]. Рекомендований студентам педагогічних та технічних спеціальностей	Подано загальні рекомендації. Автори збірника рекомендують після отримання кінцевого результату розглянути граничні умови, що дуже важливо для розуміння того чи іншого явища. Окремих рекомендацій немає	Представлено задачі усіх рівнів складності	Містить основні теоретичні відомості і формули, які необхідні студентам під час розв'язування задач різних рівнів та типів складності	Містить розв'язки до майже усіх задач підвищеного рівня складності. Розв'язки є повними і докладними. Розв'язано 34 задачі	Містяться вказівки до розв'язування задач та необхідні пояснення. Відповіді подано
Федишин Я.І., Когут В.М., Вакарчук С.О. “Збірник задач з фізики із розв'язками” [216]. Навчальний посібник, видання Львівського національного університету ім. Івана Франка	Містить рекомендації щодо розв'язування задач. Докладно пояснюються розв'язки найтипівіших та стандартних задач. Наведено методи їх розв'язування	Містить типові та стандартні задачі середньої складності	Містить основні формули та визначення фундаментальних понять	Розв'язано 9 задач, які автори пропонують використовувати на практичних заняттях. Ці задачі є типовими	Містить відповіді на всі запропоновані задачі. До найтипівіших задач є пояснення. До більшості задач вказано основні формули, які використовуються в процесі їх розв'язування та кінцеві формули
Пастушенко С.М., Максимов С.Л., Нетребя Ж.М.	Наведено загальні рекомендації до розв'язування задач.	Присутні задачі всіх рівнів складності. Задачі містяться в	Містить основні теоретичні відомості з розділу	Містить 14 розв'язаних задач з розглянутого розділу. Задачі переважно	Всі відповіді подано у числовій формі. Вони знаходяться

1	2	3	4	5	6
“Збірник задач із загальної фізики” [143]. Видання Національного авіаційного університету	У «Передмові» автори наводять 6 правил, які потрібні студентам під час розв'язування задач з фізики	логічний послідовності в порядку підвищення рівня складності. Містить 60 задач для самостійного розв'язування	«Електрика і магнетизм»	з тем «Напруженість», «Потенціал» та «Конденсатори», які є типові та стандартні	безпосередньо після відповідних умов задач в дужках. Пояснення та вказівки до відповідей не надаються
Ющенко О.В., Гель П.В. та ін. “Збірник задач з фізики” [234]. Навчально – методичний посібник Вінницького державного технічного університету	Містить загальні рекомендації. Окремих рекомендацій мало, і вони зустрічаються переважно під час безпосереднього розв'язування задач	Містить задачі усіх рівнів складності. Більша частина задач взята із збірників Волькенштейн В.С. та Чертова А.П.	Містить основні теоретичні відомості з розділу «Електрика і магнетизм»	На початку кожного із розділів проаналізовано типові задачі, де подано докладні розв'язки задач, присутні рисунки до кожної задачі	Відповіді подано тільки у числовій формі (у посібнику присутні тільки кількісні задачі). Кінцевих формул та вказівок немає
Белонучкін В.Є., Заїкін Д.О. та ін. “Задачи по общей физике” [73]. Пропонований студентам вищих технічних навчальних закладів	Рекомендації відсутні	У збірнику представлено переважно задачі підвищеного рівня складності. Більшість запропонованих задач – оригінальні. Міститься 30 задач для самостійного опрацювання	Містить небагато теоретичного матеріалу, але він дібраний так, щоб студенти змогли розв'язати задачу, не використовуючи інші джерела	Розв'язана 21 задача. Кожна дія пояснена докладно	Містить відповіді на всі задачі. Вміщено вказівки щодо розв'язування деяких задач
Кирилов В.М., Давыдов В.А. “Решение задач по физике” [155]	Рекомендації відсутні	Містяться задачі всіх типів складності. Є оригінальні задачі	Теоретичні відомості відсутні. Посібник орієнтовано на	Розв'язано 35 задач. Подано розв'язки всіх запропонованих задач. Задачі, в основному,	Відповіді відсутні

1	2	3	4	5	6
			збірник задач та підручник Іродова І.Є., де студенти знайдуть усі необхідні відомості	типові	
Bovtruk A.G., Marinchenko A.E., Maximov S.L. “Problems in physics. Mechanics. Thermodynamics. Electrodynamics” [75]. Збірник задач з фізики, написаний іноземною мовою для студентів-іноземців Національного авіаційного університету	Рекомендації відсутні	Пропонується 37 задач для самостійного розв'язування. Усі задачі типові, розраховані для використання під час виконання розрахунково – графічних робіт	Наведено означення та основні формули. В кінці посібника наведено список літератури, якою необхідно користуватися під час розв'язування запропонованих задач	Містить розв'язки тільки двох задач по темам «Закон Кулона» та «Напруженість. Електричне зміщення». Розв'язки докладні, з усіма необхідними поясненнями	Подано числові відповіді на кожну із запропонованих задач. Вказівки, пояснення та кінцеві формули відсутні
Наумчик В.Н. “Физика. Решение задач повышенной сложности” [127]	Рекомендацій до розв'язування задач немає. Розглядаються цікаві питання з фізики	Містить задачі підвищеного рівня складності. Розрахований на допитливого студента або абітурієнта. Присутні контрольні запитання, які слід розглядати як якісні задачі	Містить багато цікавих для студента відомостей. Проаналізовано багато питань з фізики, які, як правило, не розглядаються на лекціях	–	–

1	2	3	4	5	6
<p>Жукарев А.С., Матвеев А.Н., Петерсон В.К. “Задачи повышенной сложности в курсе общей физики” [69]. Розрахований на студентів фізичного факультету Московського державного університету</p>	<p>Містить загальні та окремі рекомендації щодо розв'язування задач з електростатики</p>	<p>Містить задачі підвищеної складності. Під час розв'язування цих задач використовуються елементи математичної фізики (рівняння у частинних похідних еліптичного типу). Підручник може бути корисним під час вивчення дисципліни “Методи математичної фізики”</p>	<p>Теоретичні відомості відсутні. Виводиться співвідношення Гріна яке застосовується під час розв'язування задач</p>	<p>Проаналізовано розв'язки 17 задач підвищеної складності. Серед цих задач присутні якісні. Розв'язування задач докладне. Проаналізовано застосування теорії векторного поля в фізиці, фізичний зміст дивергенції, ротора та градієнта. Широко використовуються елементи аналітичної геометрії, а саме відомості про поверхні різних типів</p>	<p>—</p>

Проведений нами порівняльний аналіз показав:

1. У розглянутих збірниках задач міститься різна кількість задач з електродинаміки. Кожен автор розмістив у своєму збірнику стільки задач, скільки вважав необхідним для опрацювання студентами тієї чи іншої теми, але дуже мало задач прикладного спрямування.

2. Автори деяких збірників задач надають загальні рекомендації, а також окремі рекомендації до кожної теми. У загальних рекомендаціях автори, як правило, вказують загальні методи розв'язування фізичних задач. Деякі автори наводять алгоритмічні способи розв'язування задач, які дають змогу розвивати у студентів мислення від загального до конкретного та навпаки; вчать використовувати метод аналогії, тобто об'єднувати декілька задач в одну, знаходити схожі задачі; використовувати моделювання; методи аналізу та синтезу: знаходити у найскладнішій задачі декілька простих тощо. В окремих рекомендаціях автори наводять приклади розв'язування задач, або дають необхідні вказівки для використання стандартних, або нестандартних прийомів розв'язування задач, виведення необхідних формул та їх використання. У виданнях минулих років (до 2000 року) в основному подано загальні рекомендації. У виданнях останніх років подано значно більше окремих рекомендацій для розв'язування фізичних задач.

3. Більшість розглянутих нами посібників та збірників задач містить основні теоретичні відомості, які необхідні студентам під час розв'язування запропонованих задач. Автори збірників, в яких теоретичний матеріал відсутній, як правило, посилаються на необхідні для розв'язку задач підручники інших авторів, або власні.

4. Розглянуті збірники задач містять задачі усіх рівнів складності.

5. Деякі автори наводять приклади розв'язування типових або найскладніших задач.

6. До задач, які подано для самостійного опрацювання, наводяться числові відповіді, а іноді – кінцеві формули та вказівки.

Враховуючи переваги та недоліки, що розглянуті у порівняльному аналізі збірників задач та навчально-методичних посібників, нами було розроблено та впроваджено навчальний посібник “Розв’язування задач з електростатики” для студентів технічних університетів [174], який описано у розділі 2, п. 2.1. Мета цього посібника – допомогти студентам сформувати вміння розв’язувати задачі з електродинаміки.

Останнім часом широке застосування у навчальному процесі мають нові інформаційні технології. У наступному параграфі розкривається питання методики розроблення та використання цих технологій у сучасній освіті.

1.5. Аналіз методики розроблення та використання діючих комп’ютерних засобів навчання з фізики

Нові інформаційні технології (НІТ) набувають все істотнішого значення в освіті. Сучасний навчальний процес важко уявити без використання комп’ютерних підручників, навчальних посібників, збірників задач, тренажерів, лабораторних практикумів, довідників, енциклопедій, тестуючих і контролюючих систем та інших *комп’ютерних засобів навчання* (КЗН) – програмних засобів (програмних комплексів) чи програмно-технічних комплексів, призначених для розв’язування певних педагогічних задач, що мають предметний зміст та орієнтованих на взаємодію з суб’єктами навчання [14, 131].

Нові інформаційні технології в системі освіти мають різні рівні використання. На *першому рівні* НІТ виступають як інструментарій для розв’язування окремих педагогічних задач в рамках традиційних форм освіти та методів навчання. КЗН на цьому рівні забезпечують підтримку навчального процесу врівні з іншими (некомп’ютерними) навчально-методичними засобами. Тут КЗН використовуються в пасивній формі.

Активна роль НІТ проявляється на *другому рівні*, де порівняно з традиційними навчально-методичними засобами КЗН забезпечують нові можливості з вищою якістю.

Наразі одним з головних показників ефективності та результативності навчання стає сформованість у студентів здатності самостійно набувати нові знання у процесі продуктивної навчально-пізнавальної діяльності.

Генеральним напрямком перебудови вищих навчальних закладів у нашій державі стає комп'ютеризація навчання. Останнім часом змінюється роль комп'ютера у навчанні. Комп'ютер із засобу, який використовувався безпосередньо на предметах вузько спеціалізованого циклу, перетворюється в активного помічника викладачів майже всіх дисциплін. Нові комп'ютерні технології навчання дають можливість не тільки підвищити ефективність проведення практичних та лабораторних занять, але й провести контроль знань, навичок та вмінь [7, 8, 21, 32, 91, 135, 171].

У зв'язку з цим все частіше створюються комп'ютерні навчальні програми, а саме: програми-тренажери, демонстраційні програми, програми проблемного навчання, контролюючі програми, імітаційно-моделюючі програми та ін.

Для створення багатьох найпростіших мультимедіа-ресурсів широко використовуються різні HTML-редактори (від англ. *Hypertext Markup Language* – “мова розмітки гіпертексту”) – це стандартна мова розмітки документів в World Wide Web. Практично всі web-сторінки створюються за допомогою мови HTML або її послідовниці XHTML. При цьому треба врахувати, що мова HTML досить динамічно розвивається, тому ресурси, що задовольняють новому стандарту мови, можуть некоректно відтворюватися старими версіями браузерів.

Для написання електронних підручників та посібників використовуються допоміжні програми-оболонки, які умовно можна розділити на дві групи: прикладні програми та інструментальні системи. Прикладні програми забезпечують перегляд посібника (підручника), вони не

пов'язані з програмуванням (Macromedia Flash, SWISHmax та ін.). Інструментальні системи, або системи програмування дають можливість створення нових програм для комп'ютера (Borland Delphi та ін.).

Залежно від того, яка програма-оболонка використовується, перегляд підручника (посібника) на комп'ютері може здійснюватися за допомогою додаткових програм (Internet Explorer, Acrobat Reader та ін.) [58].

Нові комп'ютерні технології можуть бути впроваджені в навчальний процес, наприклад, у вигляді типових лекцій чи інших занять, для проведення яких кожен викладач мав би можливість використати достатньо простий комплект апаратних засобів: відеопроєктор, комп'ютер та навчальну систему на жорсткому диску комп'ютера. При цьому в ПК повинно знаходитися все програмне забезпечення, яке може знадобитися викладачеві в процесі проведення заняття, з урахуванням творчого спілкування зі студентами. На несподіване запитання студента, що виходить за рамки курсу, викладач зможе відповісти, використовуючи аудіо-, відео- чи графічний матеріал інформаційної бази свого комп'ютера. Це допоможе викладачу вести з аудиторією предметну розмову, яка заснована на сприйнятті образів [110].

Корисність *інтерактивних тренажерів* найочевидніша для усунення помилок студентів, пов'язаних з нечітким уявленням про процедури використання співвідношень і законів, що приводять до невірної системи рівнянь для виконання завдання; недоліки в умінні переводити одні одиниці вимірів в інші, рахувати без помилок, тощо. Водночас, використання комп'ютерних технологій сприяє покращенню результатів виконання завдань, що вимагають розуміння фізичної суті досліджуваних явищ, правильного використання законів у конкретних ситуаціях.

Завдання в електронних виданнях можуть включати не тільки статичні малюнки, але й динамічні фрагменти – відео, анімаційні або модельні. Є тренажери, що вимагають аналізу можливих розв'язків і систематизації

відомостей в багатофакторних ситуаціях. Ряд тренажерів пов'язаний з відпрацюванням сприйняття [78, 96].

Є тренажери, які пов'язані з побудовою та аналізом графіків функцій у кінематиці й газових процесах, з зображенням ходу променів у геометричній оптиці, з складанням та аналізом електричних кіл, з відпрацюванням визначень фізичних понять і встановленням відповідності між фізичними принципами і їхньою технічною реалізацією в різних пристроях [16].

Розглянемо електронні посібники, що знайшли найбільше визнання серед користувачів країн СНД. Серед них значне місце займають освітні продукти компанії «Физикон» (Росія) – інтерактивні навчальні мультимедіа курси в галузі природничо-математичних наук. Переглянемо деякі з них.

«Открытая Физика» – це навчальна програма, що дозволяє суб'єкту навчання самостійно розібратися в різних питаннях фізики, осягти її основи, зрозуміти сутність фізичних законів. Це повний мультимедійний курс, призначений для об'єктів навчання загальноосвітніх та вищих навчальних закладів. Він може бути використаний як для самостійного вивчення шкільного курсу фізики так і під час підготовки до вступних іспитів у вищі навчальні заклади.

Курс «Открытая Физика» складається з набору HTML-сторінок, що переглядаються за допомогою будь-якого браузера. Для роботи з курсом не обов'язково мати доступ в Інтернет. Всі необхідні файли знаходяться на компакт-диску із програмою «Открытая Физика». Зміст курсу оформлений у вигляді посилань, за допомогою яких легко можна перейти до вивчення будь-якої частини курсу, клацнувши назву розділу або параграфа.

Комп'ютерний курс «Открытая Физика» містить велику кількість запитань і завдань, на які повинен відповісти учень. Кожне завдання подається у вікні, у якому пропонується той або інший спосіб введення відповіді, а також є посилання, за допомогою яких можна перевірити відповідь або подивитися еталонний розв'язок.

Курс «Открытая Физика» може бути також використаний викладачем під час проведення занять. Залежно від рівня підготовки об'єктів навчання і досліджуваного матеріалу, вчитель може дібрати до курсу ілюстрації фізичних процесів і явищ, завдання, тести та лабораторні роботи [139].

Електронне видання «Подготовка к ЕГЭ» – це ще одна розробка компанії «Физикон», що варта уваги, незважаючи на те, що стосується вона тільки Росії. Курс розроблений для підготовки школярів до єдиного державного іспиту.

Це видання містить близько 30 тренажерів. Більшість з них пов'язана з векторною алгеброю (проектування векторів на координатні вісі, розкладання векторів на складові, додавання векторів, тощо). Ці знання використовують під час вивчення кінематики, законів Ньютона, закону збереження імпульсу, опису електростатичних та магнітних полів, з'ясування принципу суперпозиції та ін. [4].

Активне навчальне середовище «Виртуальная Физика» - це електронний навчальний посібник з фізики, що виконаний за технологією активного модельного медіа для шкіл і вищих навчальних закладів у системі традиційного, самостійного та дистанційного навчання. Він містить близько 40 навчальних сценаріїв тренажерного характеру.

«Виртуальная Физика» містить [15]:

✓ практикум, в основі якого лежить маніпуляційна взаємодія користувача з моделями фізичних явищ і конструювання з них лабораторних стендів і тренажерів. Фізичні установки і явища подані в наочному вигляді - віртуальний тривимірний простір, керований моделями й користувачем;

✓ набір задач;

✓ систему тренажу й контролю знань з основних питань курсу фізики;

✓ алфавітний і систематичний каталоги понять, законів і їхніх моделей, каталоги хронології розвитку фізичної науки й персоналій;

✓ структурну модель-карту дисципліни, яка призначена для впорядкування знань про взаємозв'язки фізичних законів і явищ;

✓ відеофрагменти демонстраційних експериментів.

«Живая Физика» – це російська версія однієї з найвідоміших навчальних програм з фізики Interactive Physics, яка розроблена американською фірмою MSC. Working Knowledge. Ця програма є комп'ютерним проектним середовищем, максимально пристосованим для використання в навчальних цілях. Сучасний обчислювальний апарат, засоби анімації, численні допоміжні функції, роблять «Живую Физику» зручним і одночасно винятково потужним інструментом навчання фізики в школах та університетах. Студент створює власні моделі фізичних явищ і проводить експеримент із автоматичним відображенням процесу у вигляді комп'ютерної анімації, графіків, таблиць, діаграм, векторів, тощо.

«Живая Физика» – це не електронний підручник, а проектне середовище, призначене для створення моделей фізичних явищ. У ньому, звичайно, можна створити й електронний підручник, але найкраще його використовувати для проведення самостійних робіт, щоб об'єкт навчання сам задавався запитанням: "... а що буде, якщо...?". У цій програмі також розроблені комплекти комп'ютерних експериментів, які передбачають демонстрації, лабораторні роботи, самостійну проектну творчість викладача й об'єкта навчання. Учні можуть завантажувати готові комп'ютерні експерименти, за бажанням модифікувати їх або створювати нові, а також обмінюватися створеними експериментами й моделями з іншими учнями та вчителями через Інтернет і електронну пошту. В програмі вбудована російськомовна довідкова система й комплекти комп'ютерних експериментів, що містять декілька сотень готових фізичних завдань і моделей експериментальних установок [67].

«Уроки физики Кирилла и Мефодия» – це електронний посібник шкільного курсу фізики, поділений на класи (за навчальною програмою). В кожному класі є декілька тем, які поділені на окремі уроки. Кожний урок складається із декількох текстових фрагментів та ілюстрацій, які

пояснюються диктором. Формули до уроку можна переглянути в окремому вікні [9, 153].

Порівняно з вище розглянутими програмами «Уроки фізики Кирилла и Мефодия» – виглядають більш спрощено (графіка, інтерактивні можливості), але заслуговують на увагу доступним викладенням матеріалу шкільної програми та простотою користування.

«Медиа Хаус»: «Курс Фізики'99 для школьників и абитуриентов. Механика». Цей курс призначений для школярів старших класів і абітурієнтів, що бажають підготуватися до випускних шкільних іспитів і вступних іспитів у вищі навчальні заклади. Програма містить повний курс з механіки і поєднує на базі оригінальної “алгоритмічної” методики сучасне викладання теорії й повне інтерактивне виконання реальних екзаменаційних завдань.

Кожна тема курсу містить теоретичну й практичну частини. Теоретична частина складається з гіпертекстового підручника, що містить крім шкільного курсу додатковий матеріал. Сюди ж входить гіпертекстовий довідник, що містить всі необхідні відомості для розв'язання задач із інших тем.

Практична частина курсу полягає в інтерактивному розв'язанні задач, які використовувалися на вступних іспитах у вищі навчальні заклади. Комп'ютер цілеспрямовано демонструє як саме потрібно розв'язувати задачі, які методи в якому випадку застосовувати, і яких помилок потрібно уникати [111].

«Новый диск»: «От плуга до лазера 2.0» – це мультимедійна енциклопедія науки і техніки, що є доповненням шкільного курсу фізики. Це російська версія мультимедійної енциклопедії «The way things work», яка є одним із найуспішніших видань компанії «Дорлінг Кіндерслі» [9].

Вищезазначена енциклопедія знайомить із історією технічного прогресу, основними науковими поняттями, принципами роботи більш ніж 150 різних

пристроїв та механізмів. Вона містить 300 анімаційних фрагментів, 27 відео фрагментів, 22 мультфільми, 400 сторінок тексту, 1000 ілюстрацій [138].

Останнім часом в Україні було розроблено програмно – методичні комплекси (ПМК) «Фізика-7» та «Фізика-8» – електронні навчальні посібники з фізики для 7-8 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Ці ПМК започатковують принципово новий напрям в організації навчання фізики учнів основної школи України [28].

Методично обґрунтоване використання в ПМК «Фізика-8» можливостей сучасної комп'ютерної техніки та прикладного програмного забезпечення, організація інтерактивного діалогу між користувачем та системою, забезпечення функцій безперервного керування навчально-пізнавальною діяльністю учня з боку викладача дають можливість говорити про реалізацію комп'ютерно-орієнтованої технології навчання фізики. Важливою особливістю цієї технології навчання є підвищення ролі програмованого навчання. Розробляючи ПМК «Фізика-8», автори виходили з ідеї програмованого навчання, підкріпленого засобами комп'ютерних технологій [27].

У процесі створення комп'ютерних демонстраційних комплектів (КДК) «Фізика-10» та «Фізика-11» авторами враховано педагогічно-ергономічні вимоги до безпечного та ефективного застосування комп'ютерної техніки в галузі освіти та загальні принципи предметно-орієнтованого підходу до побудови інформаційних систем підтримки начального процесу.

КДК «Фізика-10» та «Фізика-11» фактично є електронними додатками до відповідних шкільних підручників. Вони жорстко не пов'язані з певним авторським підручником з фізики, а є окремим методичним комплексом, що робить їх універсальнішими у застосуванні.

Розробники виходили з того, що на занятті викладач, а вдома – підручник є основним джерелом знань та організатором навчальної діяльності студента. Тому комп'ютерні технології під час вивчення нового

матеріалу на занятті чи вдома мають відігравати допоміжну демонстраційну роль, яка впливає з можливостей комп'ютера [20].

Аналіз чинних програмних засобів навчання (ПЗН), які є закінченими продуктами та поширюються через Internet, засвідчує, що різноманітні навчальні програми відомих розробників («Активная Физика», «Открытая Физика», «Физика-репетитор», «Живая Физика», програмно-методичні комплекси (ПМК) «Фізика-7», «Фізика-8» та ін.) розраховано в основному на самостійне опанування навчального матеріалу і їх використовують переважно в системі дистанційної освіти та для підготовки абітурієнтів, тобто в основному використовуються в середній освіті. Вони можуть бути використані також у вищій освіті, але тільки при повторенні шкільного матеріалу.

Аналіз літературних джерел дав нам змогу виділити такі основні *переваги* використання комп'ютерних засобів навчання (КЗН) у навчальному процесі [14, 53, 68]:

- створення умов для самостійного вивчення навчального матеріалу (самоосвіта, дистанційна освіта), що дозволяє студенту обирати зручне для нього місце та час роботи з КЗН, а також темп навчального процесу;
- глибша індивідуалізація навчання та забезпечення умов для його варіативності (зокрема в адаптивних КЗН, здатних налаштовуватися на поточний рівень підготовки);
- можливість роботи з моделями досліджуваних об'єктів та процесів (у тому числі з тими, з якими важко познайомитися на практиці);
- можливість уявлення та взаємодії з віртуальними трьохвимірними образами об'єктів навчання;
- можливість уявлення в мультимедійній формі унікальних інформаційних матеріалів (картин, рукописів, відеофрагментів, звукозаписів та ін.);
- можливість автоматизованого контролю та об'єктивніше оцінювання знань та умінь;

- можливість автоматичної генерації великого числа завдань, що не повторюються для контролю знань та умінь;

- можливість пошуку навчальних відомостей в КЗН та зручнішого доступу до них (гіпертекст, гіпермедіа, закладки, автоматизовані покажчики, пошук за ключовими словами, повнотекстовий пошук та ін.);

- створення умов для ефективної реалізації прогресивних психолого-педагогічних методик (ігрові форми навчання, експериментування, «занурення» у віртуальну реальність та ін.).

Використання комп'ютерних засобів навчання сприяє [77, 98, 199]:

- зростанню якості навчання;
- зниженню витрат на організацію та проведення навчальних заходів;
- перерозподілу навантаження викладачів з рутинної на творчу діяльність (виконання науково-дослідних та методичних завдань, створення навчально-методичних посібників (у тому числі КЗН), підготовку нестандартних навчальних завдань, індивідуальну роботу та ін.);

- підвищенню оперативності забезпечення навчального процесу навчально-методичними засобами (КЗН) при зміні структури та змісту навчання (відкриття нових спеціальностей та ін.), наслідком чого є збільшення мобільності системи освіти;

- формуванню алгоритмічної культури студентів;
- формуванню комп'ютерної грамотності і комп'ютерної ідеології студентів, яка приводить їх до розуміння значення обчислювальної техніки, і користування нею як необхідною і буденною технікою.

Але, поряд з перевагами, КЗН мають і *недоліки* [209]:

- необхідність мати комп'ютер (в ряді випадків з виходом в Internet) та відповідне програмне забезпечення для роботи з КЗН;

- необхідність володіти навичками роботи з комп'ютером;
- складність сприйняття великих обсягів текстового матеріалу з манітору;

- недостатня інтерактивність КЗН (істотно більша порівняно з книгою, але менша, ніж під час “зорового” навчання);
- відсутність безпосереднього та регулярного контролю над ходом виконання навчального плану.

Враховуючи основні вимоги до технології розроблення та використання комп’ютерних засобів навчання у сучасній вишій школі, а також на переваги та недоліки їх використання нами було розроблено та впроваджено програмний засіб навчального призначення “Електронний навчальний посібник “Розв’язування задач з електростатики””, який призначено для студентів інженерно-технічних і педагогічних спеціальностей вищих навчальних закладів [194]. Докладніше про сучасні технології, розроблений нами комп’ютерний практикум з електростатики, запропоновані методичні рекомендації щодо його використання йдеться у розділі 2 п., 2.7.

Таким чином аналіз сучасних засобів навчання показав:

1. *Вивчення явищ, які неможливо продемонструвати в умовах фізичних лабораторій (наприклад, явище мікросвіту, короткочасові або довгочасові процеси).* Комп’ютерні моделі, відеофрагменти або анімації дають можливість продемонструвати явища з оптимальною для сприйняття швидкістю, а також змінювати умови перебігу процесу.

2. *Моделювання фізичних ситуацій, приведених в умові фізичної задачі,* допомагає студентам чітко зрозуміти умову, та уявити процеси, про яких йдеться мова тощо.

Реалізація сучасних вимог до підготовки з фізики майбутніх фахівців у галузі сучасної техніки потребує вдосконалення методики навчання загальної фізики, в основу якої має бути покладено модульний та особистісно орієнтований підходи до навчання. Методика формування умінь щодо розв’язування фізичних задач має бути побудованою на комплексному використанні нових та традиційних засобів навчання. Це передбачає розроблення електронних засобів навчання та методичного забезпечення практичних занять з комп’ютерною підтримкою.

Висновки до розділу 1

Аналіз сучасного стану методики розв'язування задач з фізики дав змогу зробити такі висновки:

1. Окремі аспекти проблеми використання сучасних інформаційних технологій та традиційних засобів у навчальному процесі розкрито на достатньому рівні для їх використання в основному в загальноосвітній школі, тоді як у вищих технічних навчальних закладах ці проблеми досліджені недостатньо повно.

2. Подальшого обговорення потребують питання розвитку та формування умінь щодо розв'язування задач з фізики у студентів технічних університетів.

3. Для вдалого розвитку та формування умінь у студентів щодо розв'язування фізичних задач необхідно створити такі педагогічні умови:

- ✓ вдосконалити методику розв'язування задач із загальної фізики у студентів технічних університетів шляхом комплексного використання нових та традиційних засобів навчання;

- ✓ впровадити використання задач прикладної (професійної спрямованості);

- ✓ виявити загальні та конкретні вміння, які треба сформувати у студентів для розв'язування фізичних задач;

- ✓ проаналізувати, як сформовані вміння зможуть вплинути на професійну спрямованість майбутніх фахівців у галузі сучасної техніки;

- ✓ підготувати систему завдань для діагностики засвоєних знань та сформованих навичок та умінь розв'язувати фізичні задачі.

Розділ 2. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ УМІНЬ ЩОДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ У СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ

У розділі розкрито місце і роль комплексного використання нових та традиційних засобів навчання на практичних заняттях. Визначені етапи формування основних понять під час розв'язування задач з електродинаміки. Подано знання та уміння, які розвивалися та формувалися у студентів під час розв'язування задач. Наведено приклади розроблених алгоритмів. Виявлено реалізацію міжпредметних зв'язків курсу загальної фізики й вищої математики. Обґрунтовано основні підходи розроблення та використання програмних засобів навчального призначення на практичних заняттях з електродинаміки. Подано засоби діагностики здобутих знань та сформованих навичок і умінь розв'язувати задачі. Проаналізовано набуття професійної спрямованості в процесі розвитку та формування умінь розв'язувати задачі з електродинаміки у студентів технічних університетів.

2.1. Комплексне використання нових та традиційних засобів навчання на практичних заняттях з електродинаміки

В процесі розв'язування проблеми комплексного використання нових та традиційних засобів навчання під час навчання студентів розв'язуванню фізичних задач, був проведений аналіз літературних джерел, навчальних програм, навчальних посібників, електронних ресурсів, матеріалів науково-методичних та практичних конференцій, періодичних видань та монографій. Навчальний процес було організовано таким чином, щоб у дослідженні знайшли місце способи оптимізації навчального процесу, а саме: комплексне планування та конкретизація завдань навчання із врахуванням особливостей кожної групи; вибір найвдалішої структури практичного заняття (послідовність попиту, вправи, закріплення, домашнє завдання та ін.); вибір

найраціональніших методів, способів та прийомів розв'язування задач; диференційований та індивідуальний підходи до студентів; вибір оптимального темпу навчання; аналіз результатів навчання тощо [11].

У зв'язку зі скороченням часу, відведеного на практичні заняття в технічному університеті, виникла проблема інтенсифікації навчального процесу.

Одним зі шляхів інтенсифікації навчального процесу було розроблення методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів з комплексним використанням нових інформаційних технологій та традиційних засобів навчання.

На рис. 2.1 подано сукупність нових та традиційних засобів навчання для їх комплексного використання під час практичних занять з електродинаміки.

Практичні заняття відбувалися у спеціальних аудиторіях, оснащених проекційною апаратурою та комп'ютером, а також традиційною дошкою. Під час проведення практичних занять використовувалися програмний засіб навчального призначення “Електронний навчальний посібник” та традиційні друковані засоби (навчальні посібники, збірники задач та інші дидактичні засоби). Завдяки такому комплексному використанню нових інформаційних та традиційних засобів навчання студенти могли спостерігати різноманітні способи розв'язування типових базових задач з електродинаміки.

На нашу думку, ефективність проведення практичних занять з електродинаміки, в першу чергу, залежить від особливості підготовки викладача до заняття та майстерності його проведення.

З метою організації і проведення занять, дисертантом розроблений детальний план занять та обрано такі організаційні заходи, які у цих конкретних умовах забезпечували найвищий кінцевий результат.

Заняття були ретельно сплановані, достатньо продумані, спроектовані та узгоджені з можливостями студентів до сприйняття матеріалу.



Рис. 2.1. Сукупність нових та традиційних засобів навчання для їх комплексного використання під час практичних занять

Зрозуміло, що викладач повинен добре знати фактичний матеріал та вільно орієнтуватися в предметі, який викладає. Для цього ми вводили та поновлювали власні так звані *тематичні розробки*, до яких заносили нові відомості; проблемні питання, які виникали на практичних заняттях; тести, завдання для самостійних та контрольних робіт та ін.

Для успішного проведення практичного заняття дуже важливо, щоб у викладача не було ніяких проблем з розумінням теоретичного матеріалу, необхідно впевнено володіти навчальним матеріалом, знати методи, способи та прийоми розв'язування різних видів та типів задач тощо.

В процесі дослідження ми диференційовано підходили до можливостей використання навчального матеріалу в різних групах та на різних факультетах.

Під час підготовки до практичного заняття нами було складено: алгоритм підготовки заняття та алгоритм проведення заняття, послідовне використання яких гарантувало врахування всіх важливих чинників та обставин, від яких залежала ефективність майбутнього заняття.

Для реалізації цих алгоритмів виділені такі етапи: *діагностичний*, етап *прогнозування* та етап *планування*.

Діагностика містила:

- рівень навчання, який вимагається;
- характер навчального матеріалу, його особливості та практична значущість;
- структура заняття;
- аналіз усіх витрат часу:
 - 1) повторення опорних знань;
 - 2) засвоєння нових відомостей;
 - 3) закріплення та систематизація;
 - 4) контроль та коригування знань, навичок та умінь (ЗНУ).

Прогнозування було націлено на оцінювання різних варіантів проведення майбутнього заняття та вибір з них оптимального, а саме:

✓ проведення заняття з використанням друкованих традиційних дидактичних засобів;

✓ проведення заняття з використанням комп'ютерних засобів навчання;

✓ проведення заняття з комплексним використання нових та традиційних засобів навчання.

Проектування (планування) було кінцевою стадією підготовки практичного заняття. Вона закінчувалася побудовою програми керування пізнавальною діяльністю студентів під час проведення заняття.

Програма керування – це скорочений та конкретний, довільно складений документ, в якому зафіксовані важливі аспекти керування процесом: кого та коли запитати, де вводити проблему, як перейти до наступного етапу заняття, за якою схемою перебудувати процес у випадку виникнення заздалегідь передбачених ускладнень та ін.

Якщо практичне заняття з будь якої теми розділу “Електродинаміка” проходило вперше, то створювалися докладні плани-конспекти заняття, де обмірковувалася в усіх подробицях організація майбутнього заняття. Тільки тоді, коли більшість структур практичного заняття ставали автоматичними, переходили до скороченого плану-конспекту заняття.

План практичного заняття відображав такі елементи:

- дата проведення заняття та його номер за тематичним планом;
- назва заняття;
- номер групи, в якій проходило заняття;
- мета (освітня, виховна, розвивальна) та завдання навчання;
- структура заняття зі вказівками послідовності його етапів;
- приблизний розподіл часу кожного етапу заняття;
- зміст навчального матеріалу;
- методи та прийоми роботи викладача на кожному етапі заняття;
- навчальне обладнання, необхідне для проведення практичного заняття (комп'ютер, мультимедійний проектор, екран та ін.);
- завдання додому.

Нижче подано план-конспект практичного заняття на прикладі теми: “Напруженість електричного поля” [190].

Тема: “Напруженість електричного поля”.

План-конспект

I. Тип заняття: комбінований

II. Тема заняття: “Напруженість електричного поля”.

III. Мета заняття:

Освітня :

- а) сформувати поняття напруженості;
- б) сформувати вміння застосовувати це поняття під час розв’язування задач на знаходження напруженості електричного поля (використовуючи метод диференціювання та інтегрування, а також метод Гаусса);
- в) підготувати студентів до виконання професійних завдань, передбачених навчальними планами спеціальних дисциплін.

Розвивальна :

- а) розвинути вміння аналізувати умову та відповідь до задачі;
- б) розвинути вміння розв’язувати комбіновані задачі, застосовуючи основні закони і формули фізики;
- в) сформувати вміння застосовувати математичні методи до розв’язування фізичних задач.

Виховна :

- а) спорядити студентів раціональним методологічним підходом до пізнавальної і практичної діяльності;
- б) виховати охайність, працелюбність і наполегливість;
- в) виховати дисциплінованість, самостійність, активність та зацікавленість у навчальному процесі.

IV. Хід заняття

1. Організаційна частина:

- а) перевірка наявності присутніх;
- б) оголошення теми заняття.

Заплановано: _____ Фактично: _____

2. Перевірка домашнього завдання.

Заплановано: _____ Фактично: _____

3. Контроль знань студентів: вхідний тест (6-8 варіантів).

Заплановано: _____ Фактично: _____

4. Повторення й аналіз основних законів і формул: стислі теоретичні відомості.

Заплановано: _____ Фактично: _____

5. Узагальнення і систематизація понять, засвоєння системи знань.

- а) рекомендації щодо методики розв'язування різних типів задач на знаходження напруженості електричного поля;
- б) типові задачі (розв'язуються викладачем на дошці).

Заплановано: _____ Фактично: _____

6. Закріплення матеріалу: самостійна робота студентів.

Заплановано: _____ Фактично: _____

7. Домашнє завдання.

Нами використовувалися такі організаційні форми для формування умінь у студентів розв'язувати задачі:

1. Розв'язування задач на дошці викладачем. Виконувалося тоді, коли потрібно було показати алгоритм розв'язування типової, або складної задачі.

2. Колективний аналіз задачі та з'ясування алгоритму розв'язування. Далі один зі студентів записував розв'язок задачі на дошці, а інші у зошитах. Під час розв'язування складної задачі біля дошки працювало кілька студентів по черзі. Їх активність та самостійність під час такої організації була невисокою, тому ми постійно зверталися до аудиторії із

запитаннями, а наприкінці студенти повторювали хід міркувань і розв'язку задачі в усній формі.

3. Студенти після колективного обговорення алгоритму розв'язування задачі, розв'язували задачу самостійно у зошитах. Активність та самостійність студентів під час такої організації роботи була досить високою, але вони розв'язували задачі неодноразово, що створювало деякі проблеми. Ми слідкували за ходом розв'язування задачі, консультували студентів, звертали увагу на недоліки та помилки, допомагали їх виправити у зошитах або біля дошки.

Під час практичних занять комплексно використовувались нові інформаційні та традиційні засоби навчання, а саме:

- підготовлені “нульові зрізи” з електродинаміки для визначення рівня знань, здобутих після отримання середньої освіти (див. додаток В);
- розроблений комп'ютерний практикум розв'язування задач з електростатики та запропоновані методичні рекомендації щодо його використання;
- розроблені алгоритми типових базових задач з електродинаміки на метод диференціювання та інтегрування (ДІ), також метод Гаусса (див. п. 2.4, 2.5);
- створено систему завдань, як способу контролю знань, навичок та умінь із розв'язування задач з електродинаміки (див. п. 2.8);
- створений навчальний посібник “Розв'язування задач з електростатики”;
- розроблені методичні рекомендації та операційні навички до кожної теми, що вивчалася;
- розроблений програмний засіб навчального призначення “Електронний навчальний посібник “Розв'язування задач з електростатики”;
- запропоновані настанови користувачам та методичні рекомендації з використання програмного засобу на практичних заняттях;

- розроблені етапи формування основних понять з електродинаміки (див. п. 2.2);
- виділений перелік умінь, які мали формуватися у студентів під час розв’язування задач з електродинаміки (див. п. 2.3);
- здійснювалося навчання студентів використовувати здобуті знання та сформовані уміння щодо розв’язування задач з електростатики для розв’язування задач з тем “Постійний струм” та “Магнетизм”.

Враховуючи переваги та недоліки збірників задач та навчально-методичних посібників, що розглянуті у розділі 1, п. 1.4, нами був розроблений та впроваджений навчальний посібник “Розв’язування задач з електростатики”, складений відповідно до діючих програм курсу загальної фізики для студентів вищих технічних навчальних закладів [174].

Основна мета навчального посібника – допомогти студентам навчитись самостійно розв’язувати задачі з електростатики.

На рис. 2.2 подано схему розробленого нами навчального посібника, де зазначені основні теми з електростатики, подані фізичні моделі базових типів задач кожної теми та рубрики посібника: “Що повинен знати студент”, “Стислі теоретичні відомості”, “Методичні рекомендації”, “Приклади”, “Задачі для самостійного розв’язування”, “Таблиці варіантів домашніх завдань”.

Кожна тема практичного заняття у навчальному посібнику містить:

- основні теоретичні питання, які повинен знати студент для розв’язування задач з електричного поля;
- перелік задач, які визначають нормативний рівень знань;
- стислі теоретичні відомості;
- окремі методичні рекомендації щодо розв’язування задач;
- приклади базових задач усіх типів;
- задачі для самостійної роботи різних типів та рівнів складності.

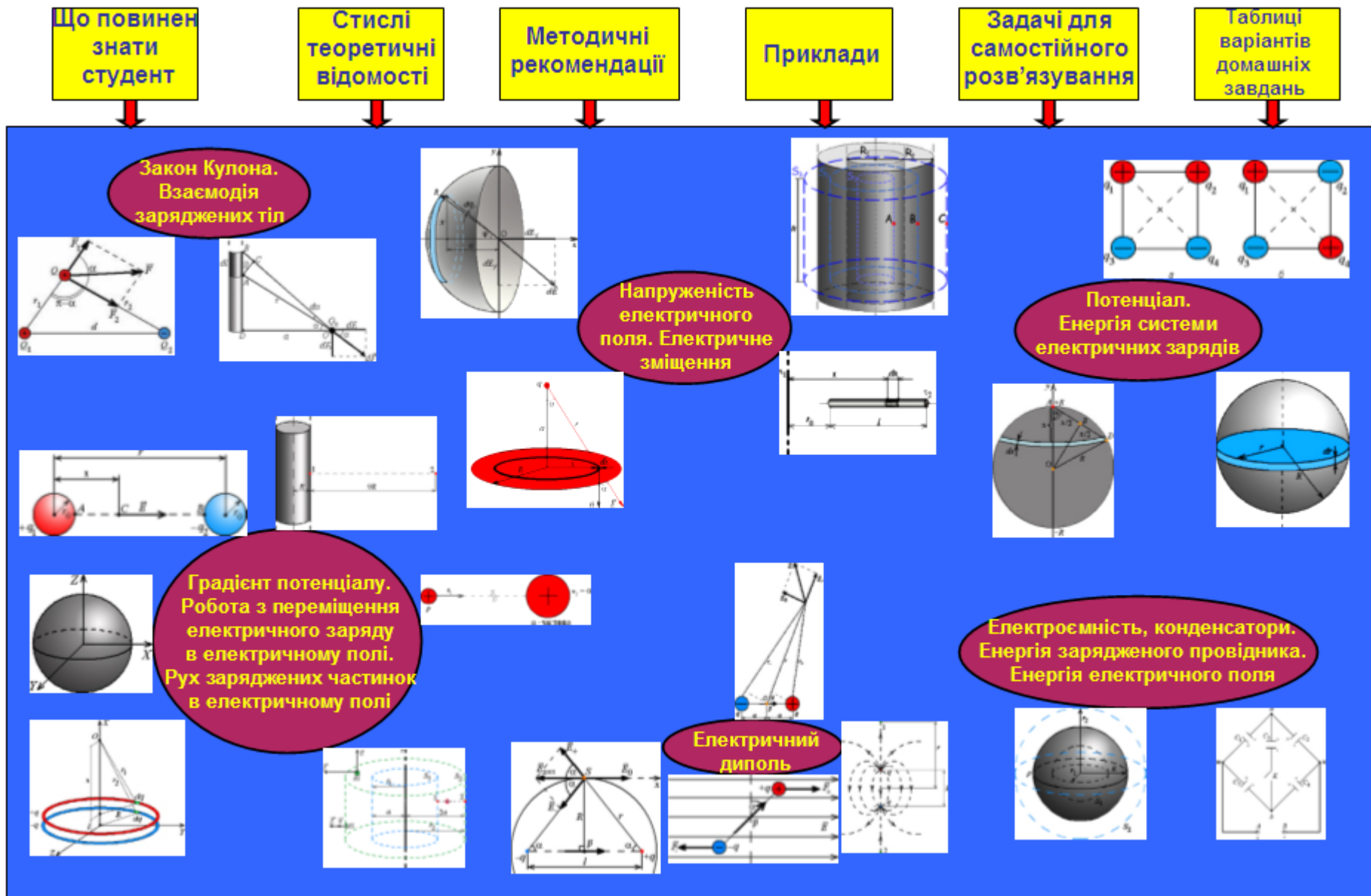


Рис. 2.2. Схема навчального посібника “Розв’язування задач з електростатики”

На допомогу викладачеві у «Додатках» наведено варіанти домашніх завдань, які можна використати для проведення самостійних та контрольних робіт.

Переваги навчального посібника:

- поетапне формування у студентів уміння розв'язувати задачі;
- раціональна структурованість навчального посібника у вигляді окремих занять;
- кожне заняття містить порівняно невеликий обсяг навчального матеріалу, що полегшувало роботу з посібником, даючи можливість студенту зосередити увагу на конкретній методиці розв'язування задач з певної тематики;
- кожна тема заняття містить окремі рекомендації щодо розв'язування задач та перелік задач, які визначають нормативний рівень знань;
- містить задачі прикладної професійної спрямованості технічного закладу;
- приклади всіх типів задач супроводжуються детальними поясненнями, що відрізняються чіткістю та прозорістю викладу.

Аналіз експериментальних досліджень, який подано у розділі 3 показав, що комплексне використання нових та традиційних засобів навчання під час практичних занять сприяє підвищенню наочності, активізації пізнавальної діяльності, розвитку фізичного та технічного мислення, підвищенню мотивації для формування умінь щодо розв'язування фізичних задач, а також розширенню інформаційного простору студентів технічних університетів.

У наступному параграфі подано етапи формування основних понять електродинаміки під час розв'язування задач, які розроблені дисертантом в процесі дослідження, проведеного на підставі аналізу досвіду роботи на кафедрі загальної фізики технічного університету.

2.2. Етапи формування основних понять електродинаміки під час розв'язування задач

Однією з умов розвитку фізичного мислення у студентів є науковий підхід до процесу формування фізичних понять. Поняття – це уявлення, оформлене словом (терміном). Поняття виступає як одна з форм мислення, як інструмент пізнання, в якому відображено істотні ознаки предмета або явища. Поняття виникають тоді, коли групу ознак, які характеризують певний клас предметів, сприймають у єдності. Виникаючи на певному етапі розвитку поняття не залишаються сталими, вони уточнюються, розширюються, поглиблюються, а іноді навіть відкидаються як те, що не відповідає дійсності. Нові поняття часто приводять до виникнення нових теорій. Наприклад, поняття “електрон” привело до виникнення електронної теорії Лоренца тощо [23, 30].

Оскільки поняття складають ядро системи наукових знань, а кожна наука, кожний науковий предмет складається із системи взаємозалежних наукових понять, то до *системи фізичних понять* у нашому дослідженні віднесено:

- Поняття про фізичне явище.
- Поняття про властивості фізичних полів.
- Поняття про фізичні величини.
- Поняття про фізичні закони.

В процесі формування фізичних понять з електродинаміки ми використовували цілу низку прийомів розумової діяльності: індукцію, дедукцію, аналіз, синтез, узагальнення, абстрагування тощо.

За означенням *формувати* – це означає надавати будь-чому певну форму завершеності. Отже, формуванням ми вважаємо тільки той процес становлення будь-чого, який за своєю спрямованістю має фінальний характер, спрямований на створення певного цілісного образу.

Під час формування фізичних понять з електродинаміки ми спиралися на такі джерела [212]:

- *життєвий досвід*: він характерний емоційністю образів, що сприяє активізації сприйняття навчального матеріалу; часто дає спотворені уявлення про явища і об'єкти природи, які ускладнюють процес формування фізичних понять;
- *навчальний матеріал, який подається під час практичних занять* – це джерело дає найкращий ефект в плані наукової достовірності, результат формування істотно залежить від майстерності викладання;
- *вивчення інших предметів* – це джерело відноситься до категорії міжпредметних зв'язків;

На практичних заняттях ми використовували *два способи* формування фізичних понять:

- *традиційний* – процес пізнання проходить за схемою “від конкретного до абстрактного”; узагальнення проводиться на основі аналізу схожих явищ, об'єктів, властивостей;
- *за Давидовим* – спочатку дається означення поняття, а потім його відношення до явищ та об'єктів природи [59, 60].

Ми намагалися поетапно сформувати основні фізичні поняття не відступаючи від основних методологічних *принципів* [65]:

1. Початкове знайомство з явищами шляхом їх спостереження і дослідного вивчення, в процесі чого виявляються причинно-наслідкові зв'язки, їх властивості та особливості проявлення цих властивостей.
2. Формулювання поняття, в якому відображена його логіко-математична конструкція, тобто фізичний зміст.
3. Розширення і поглиблення змісту і обсягу поняття під час вивчення нового матеріалу.
4. Аналіз історії розвитку поняття.

5. З'ясування ролі та значення певного поняття у понятійному апараті фізичної теорії, що розглядається, у фізичній картині світу, уточнення меж його застосування.

В методиці фізики існують набори істотних ознак, що створюють цілісне уявлення про кожний компонент змісту курсу фізики. До змісту окремих компонентів входить:

I. Фізичне явище, тобто:

1. Зовнішні ознаки явища.
2. Умови, за якими спостерігається явище.
3. Сутність явища та механізм його проходження, тобто його пояснення на основі сучасних наукових теорій.
4. Вивчення явища.
5. Зв'язок певного явища з іншими явищами.
6. Кількісна характеристика явища.
7. Використання явища на практиці.
8. Способи попередження шкідливої дії явища.

II. Фізична величина, а саме:

1. Яке явище або властивість тіл характеризує певна величина.
2. Вивчення величини.
3. Визначальна формула (тобто формула для кожної величини, що вказує на зв'язок певної величини з іншими величинами).
4. Яка це величина – векторна чи скалярна.
5. Одиниці вимірювання певної величини.
6. Способи вимірювання величини.

III. Фізичний закон:

1. Між якими явищами (процесами) або величинами закон встановлює зв'язок.
2. Формулювання закону.
3. Математичний вираз закону.
4. Дослід, що підтверджує справедливість закону.

5. Врахування й використання закону на практиці.
6. Межі застосування закону.

IV. Фундаментальний фізичний експеримент, тобто:

1. З якою метою проводилося дослідження.
2. Принципова схема дослідного пристрою.
3. Результат експерименту.
4. Висновки.

V. Фізична теорія:

1. Дослідні факти, що визначили розроблення теорії.
2. Основні поняття теорії.
3. Основні положення (принципи) теорії.
4. Математичний апарат теорії (основні рівняння).
5. Приклади явищ, що пояснюють певну теорію.
6. Явища та властивості тіл (частинок), що передбачені теорією.

VI. Прилад:

1. Призначення приладу.
2. Принцип роботи приладу.
3. Схема будови приладу (головні частини приладу, їх взаємодія).
4. Правила користування приладом.
5. Галузь застосування приладу.

Використовуючи вказані узагальнені набори істотних ознак компонентів, ми враховували те, що кількість ознак та їх зміст залежать від того, на якому ступені навчання вивчається певний компонент та від профільної орієнтації групи [86].

Під час формування фізичних понять з електродинаміки ми з'ясовували і враховували початковий рівень знань та умінь студентів щодо розв'язування задач, і відповідно до цього обирали стратегію роботи зі студентами.

Процес формування фізичних понять ми поділили на XVI етапів, які представлені на рис. 2.3 – 2.18.

До кожного етапу входять:

- назва поняття;
- закони, принципи, методи та теореми, до яких входить певне поняття або за якими можна знайти певне поняття;
- математичні рівняння цих законів, принципів, методів та теорем;
- фізичні моделі типових базових задач для знаходження певного поняття;
- що повинен знати студент під час розв'язування задач на знаходження певної фізичної величини;
- що повинен уміти студент під час розв'язування задач на знаходження певної фізичної величини. До умінь входять: теоретичні уміння (назва поняття, рівняння, принципу, методу, теореми тощо) та практичні конкретні уміння (див. рис. 2.3 – 2.18 та п. 2.3).

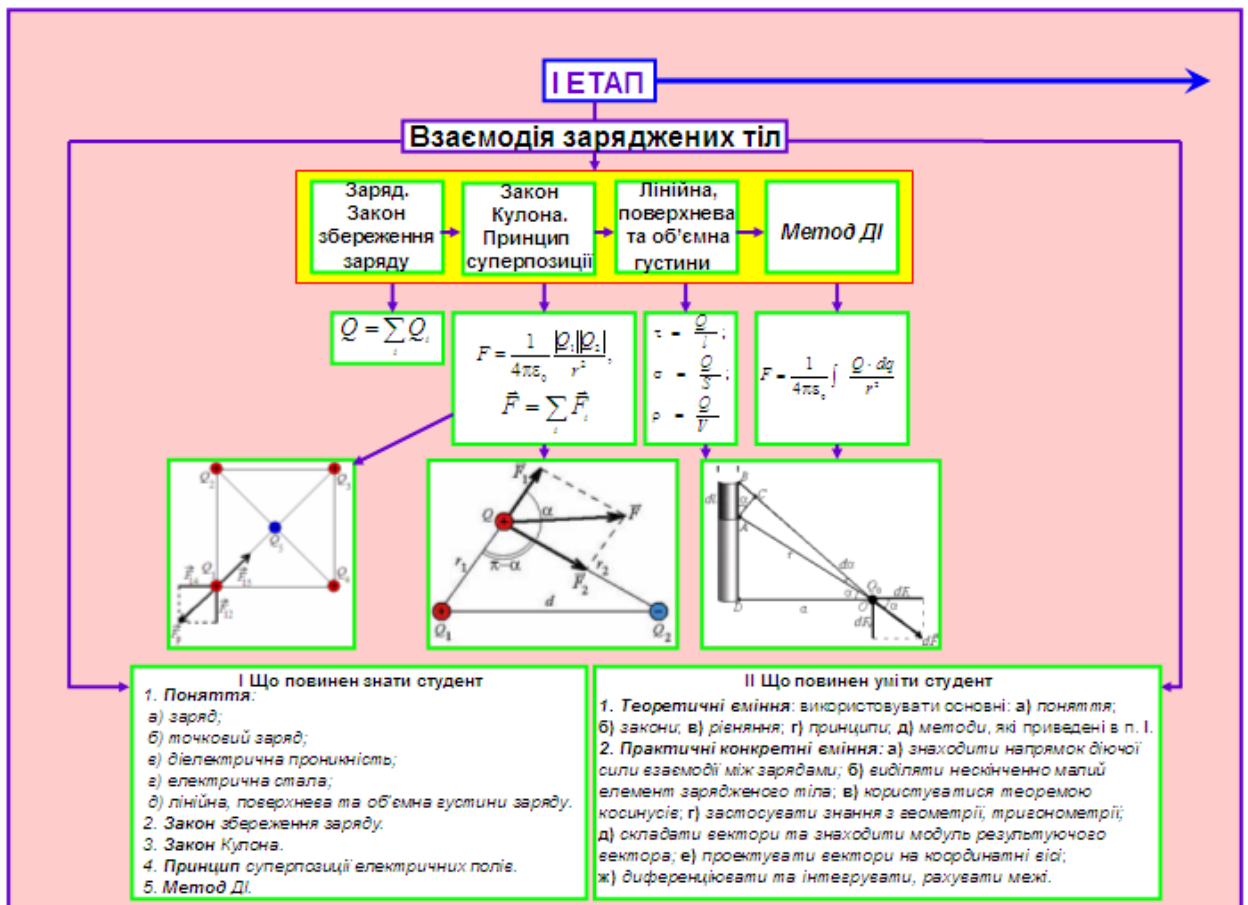


Рис. 2.3. Етапи формування основних понять електродинаміки

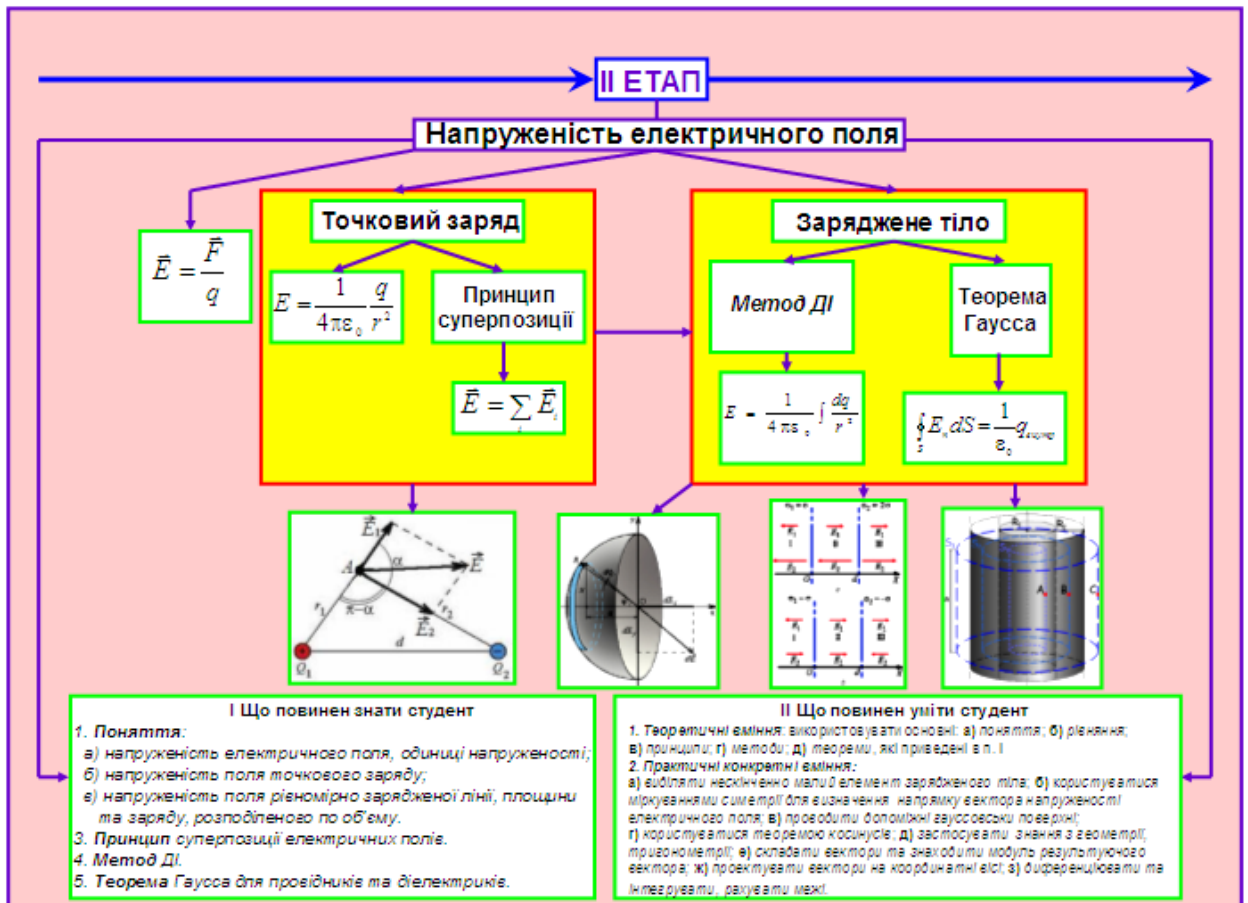


Рис. 2.4. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)

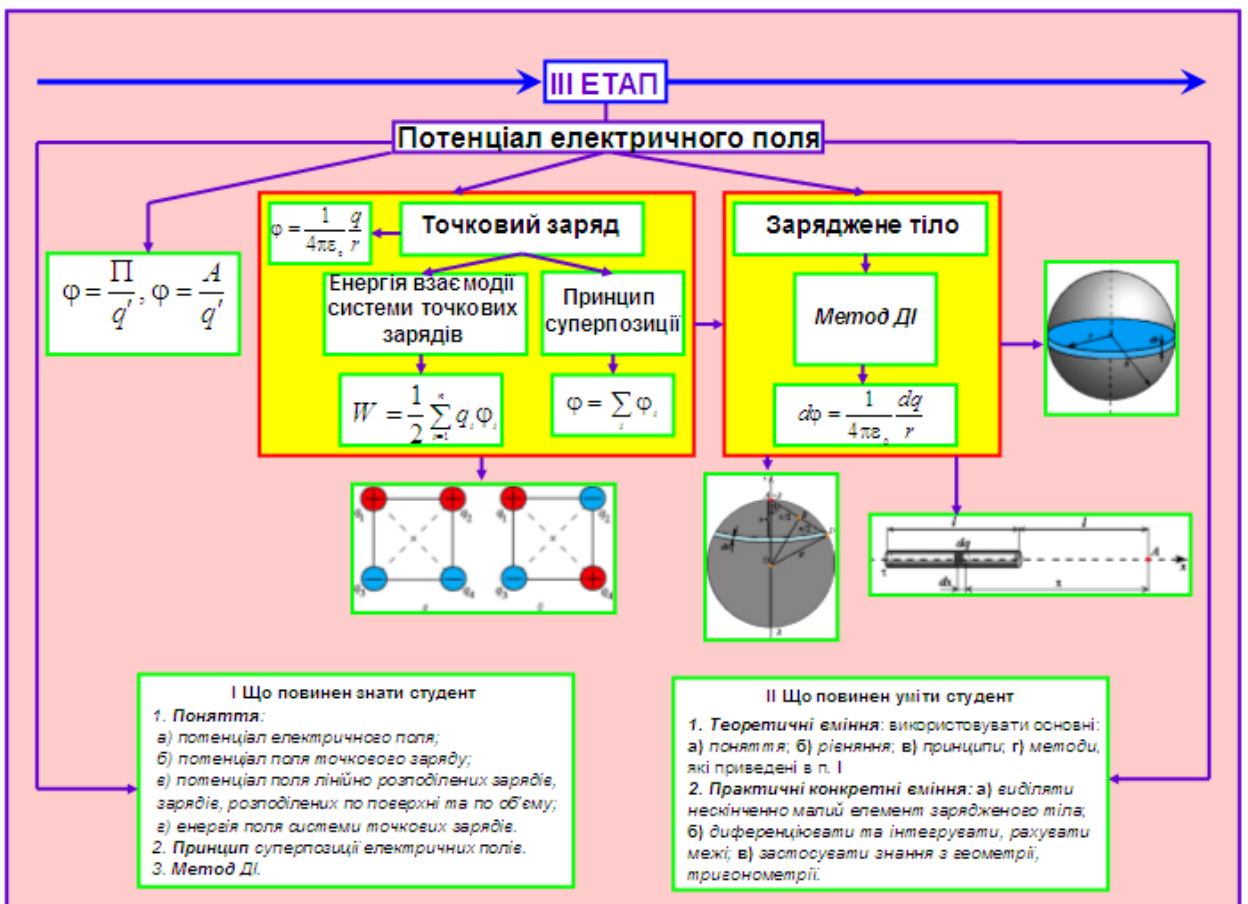


Рис. 2.5. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)

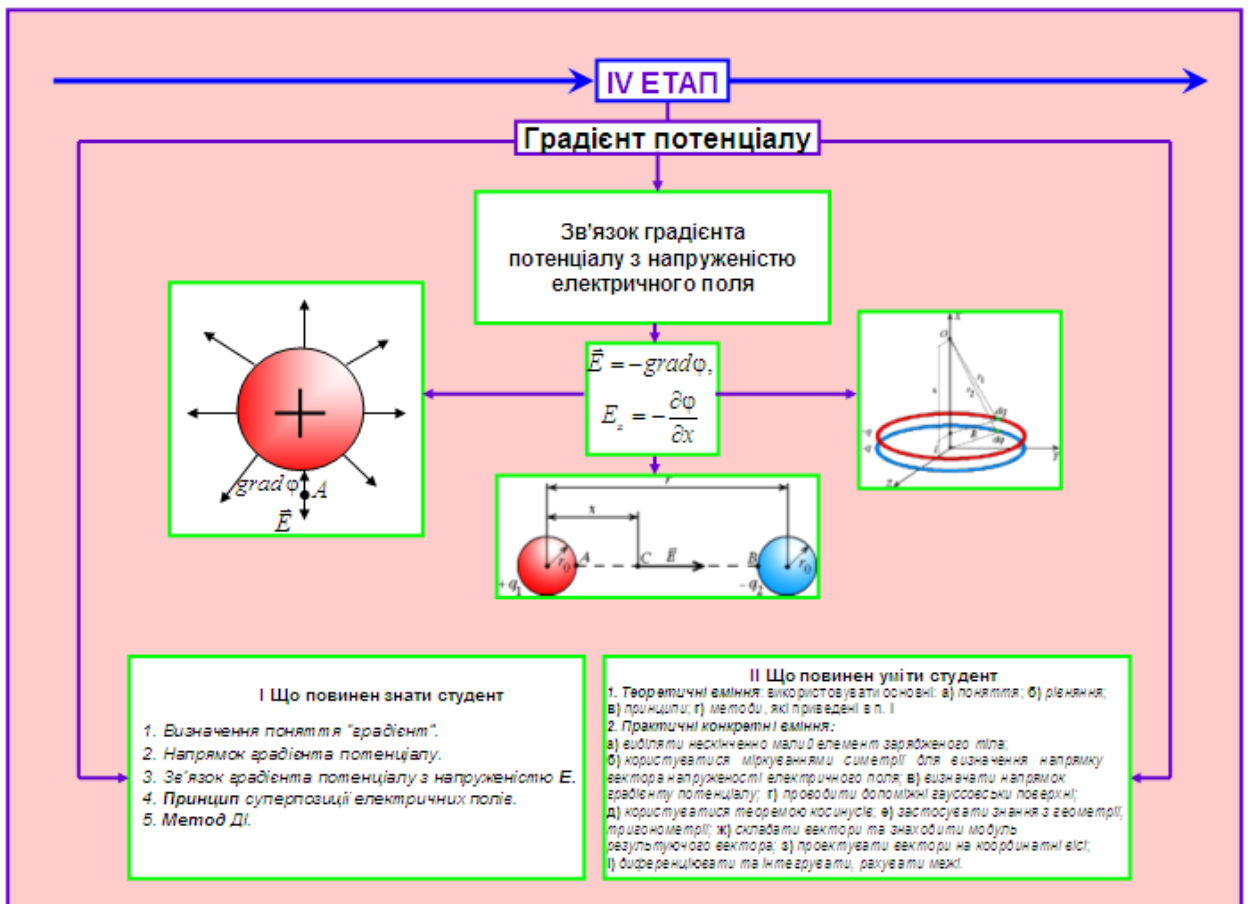
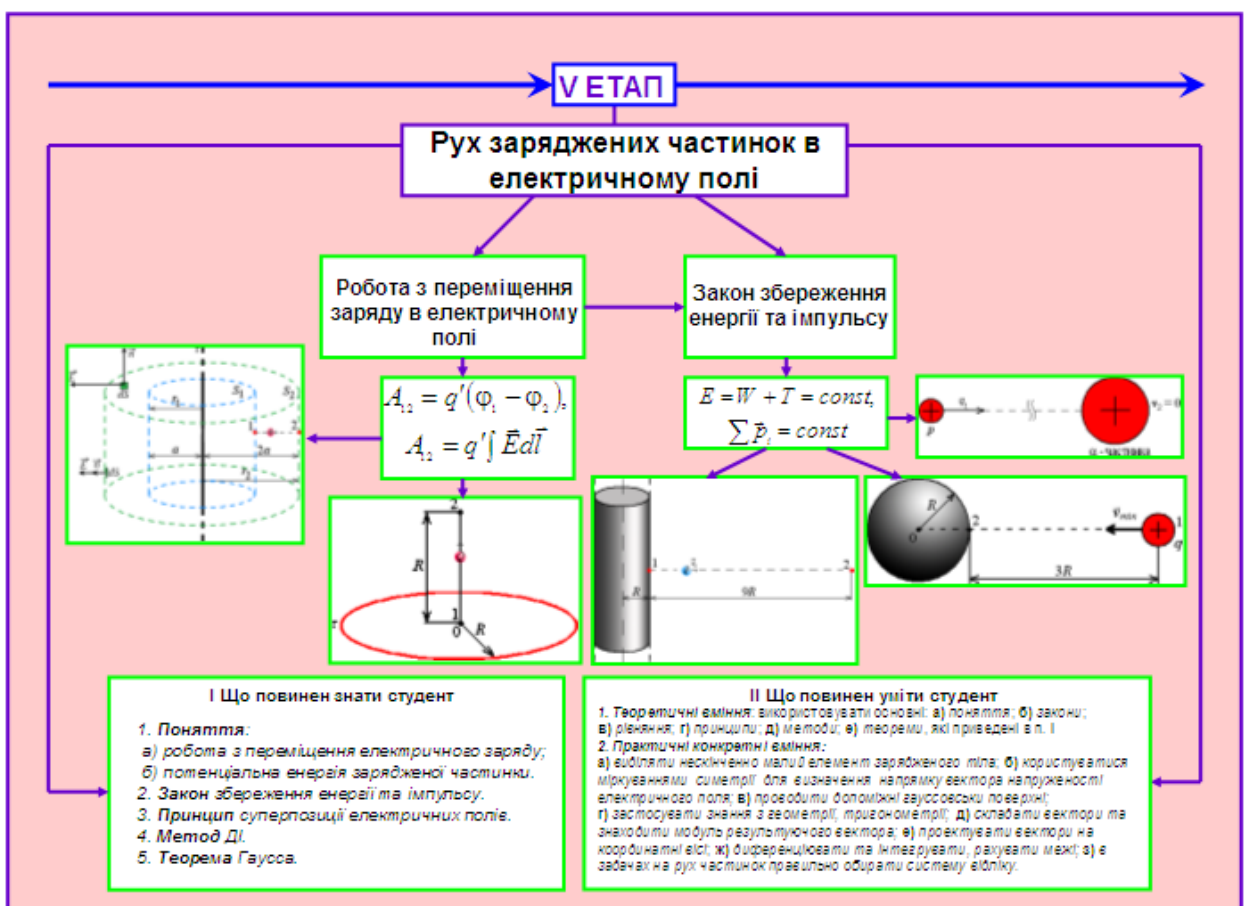
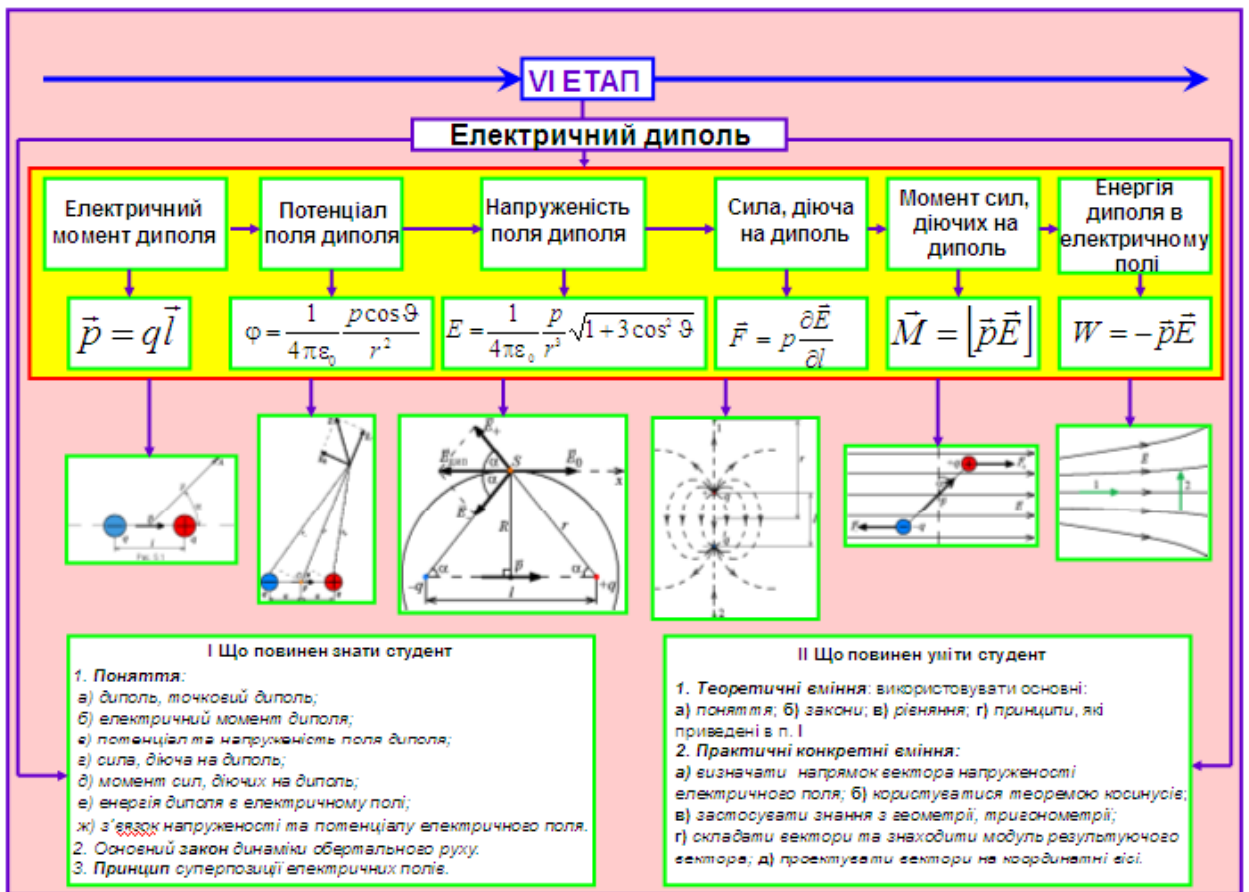


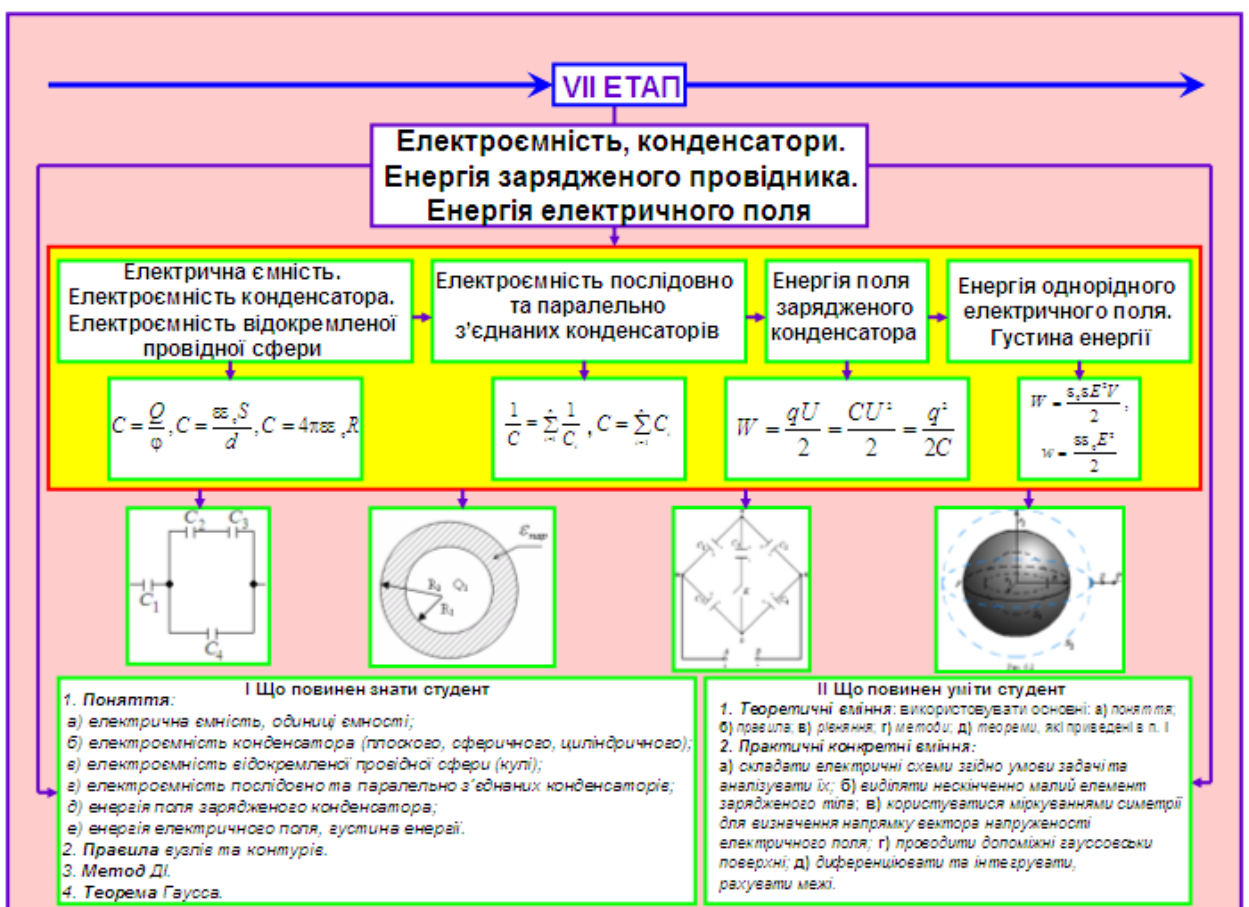
Рис. 2.6. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



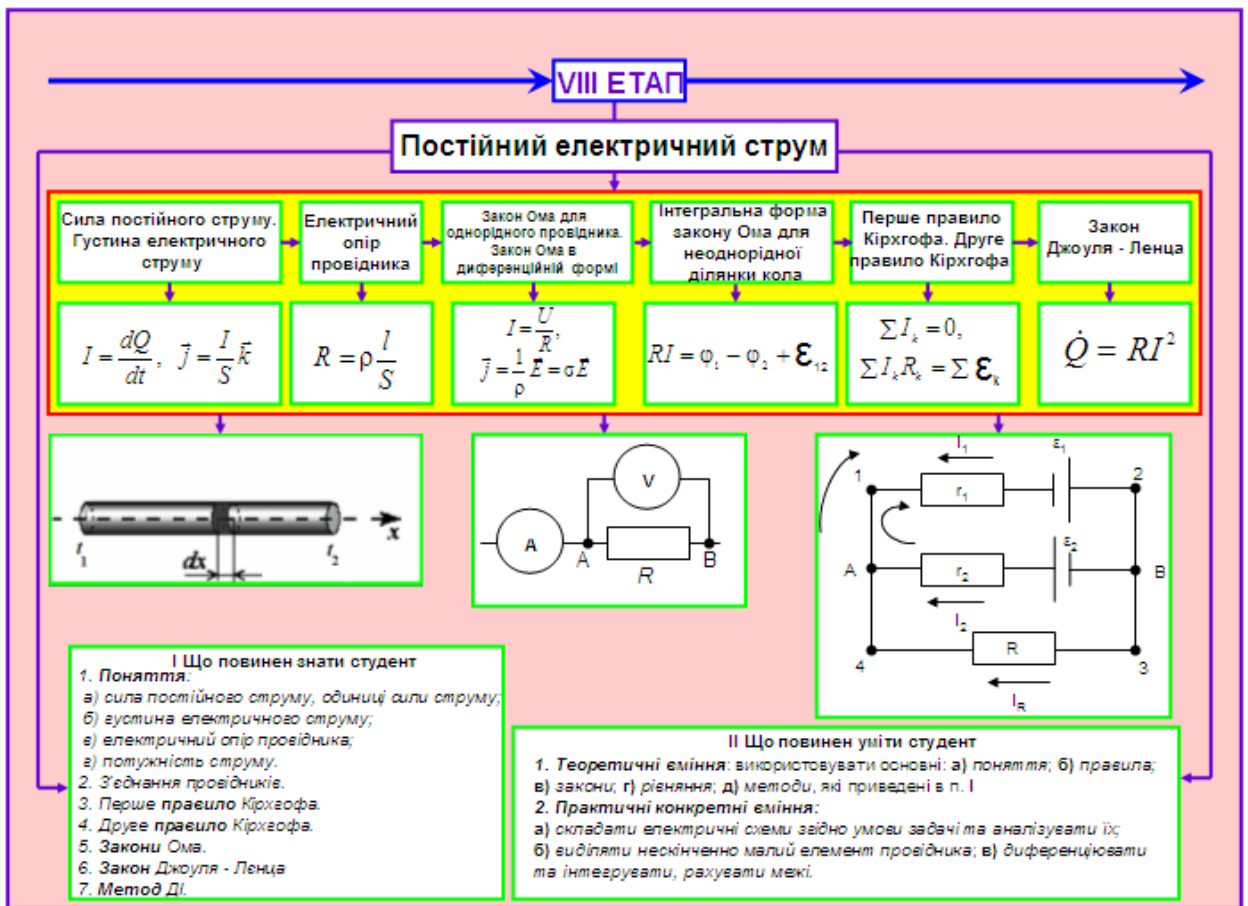
2.7. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



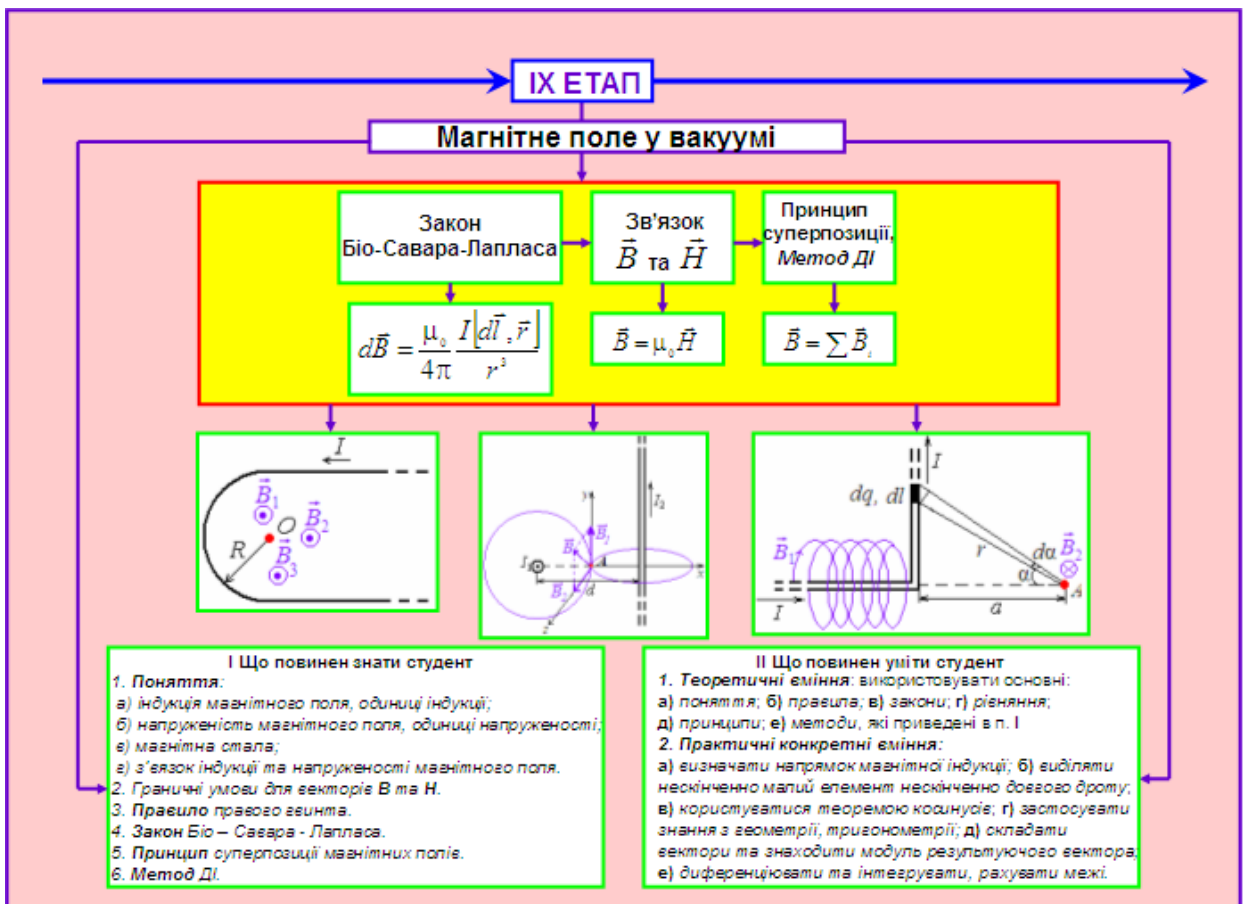
2.8. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



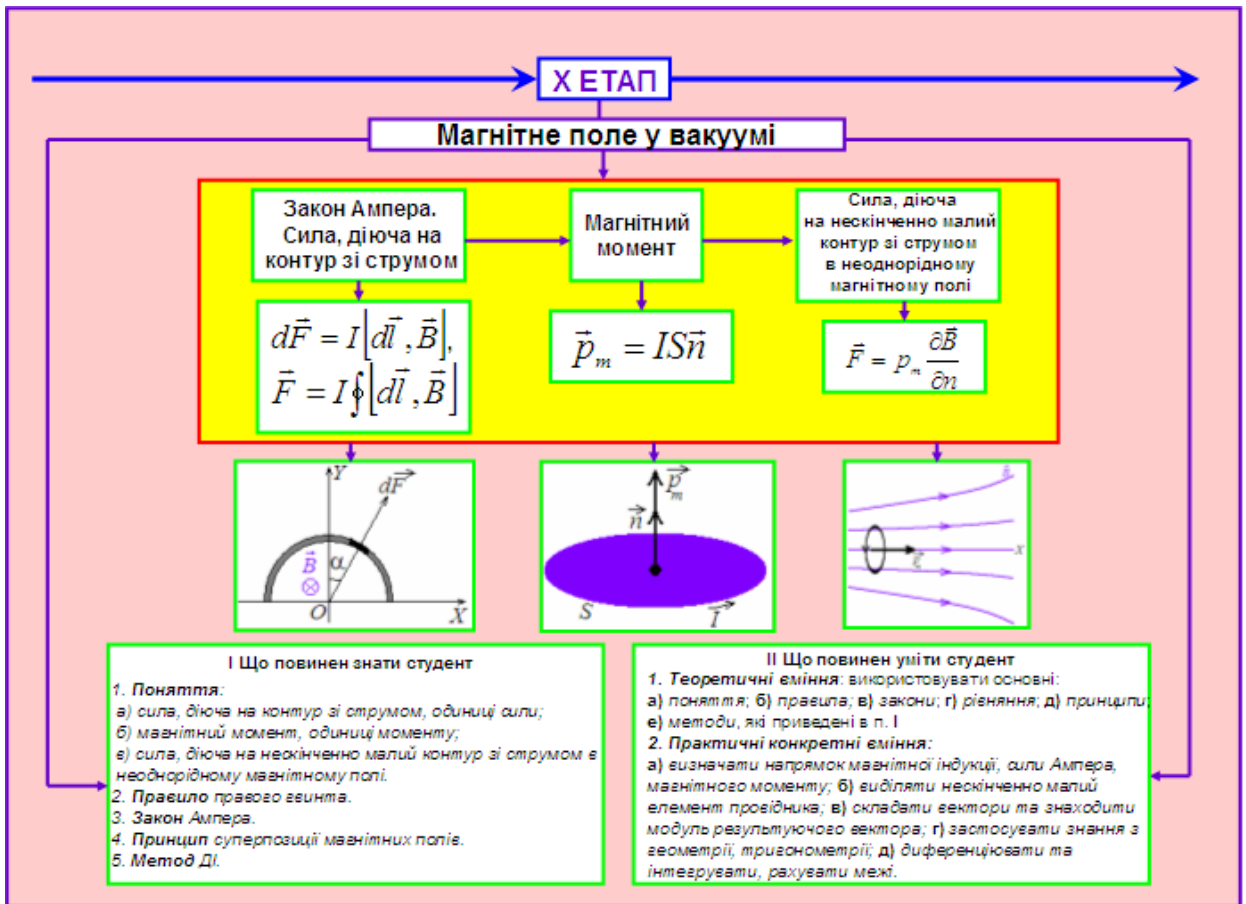
2.9. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



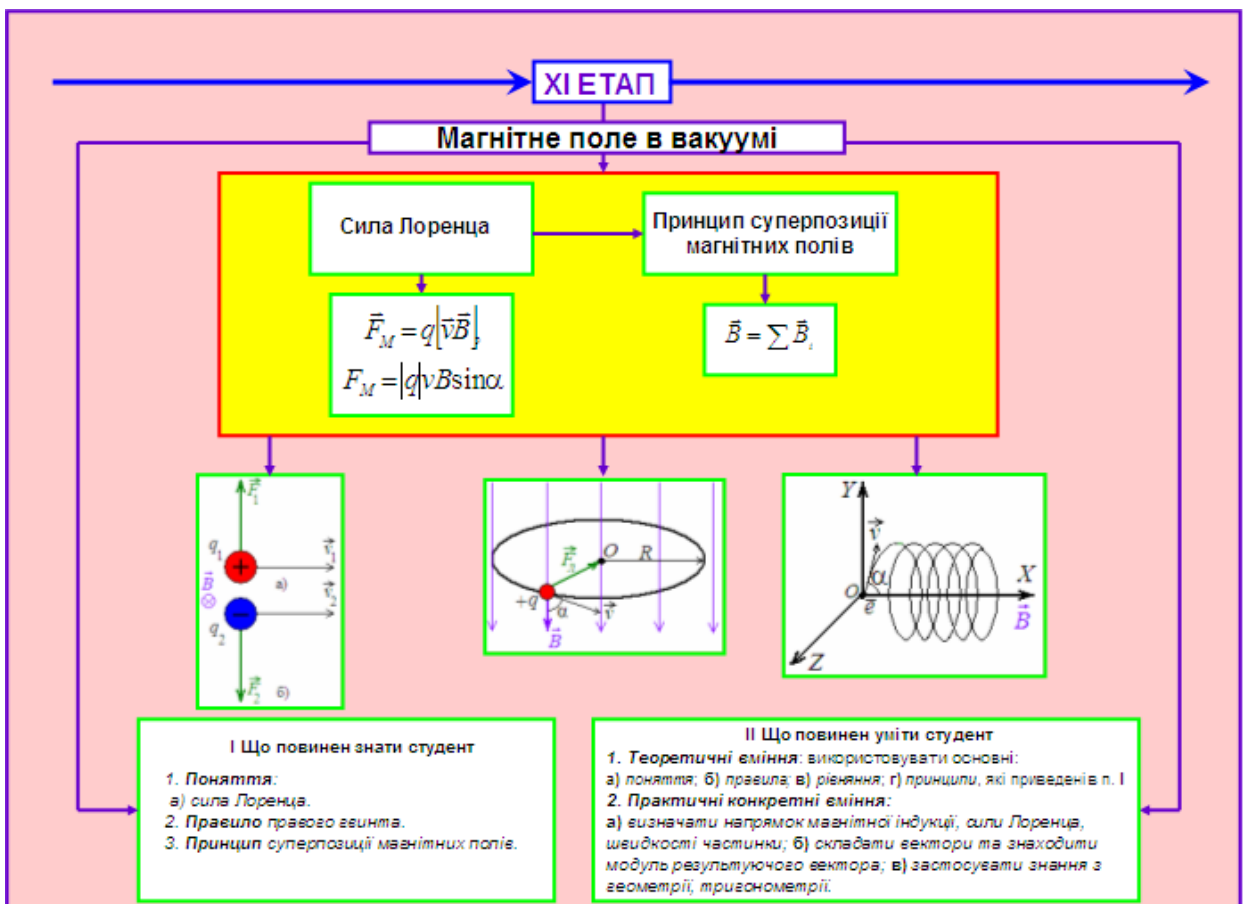
2.10. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



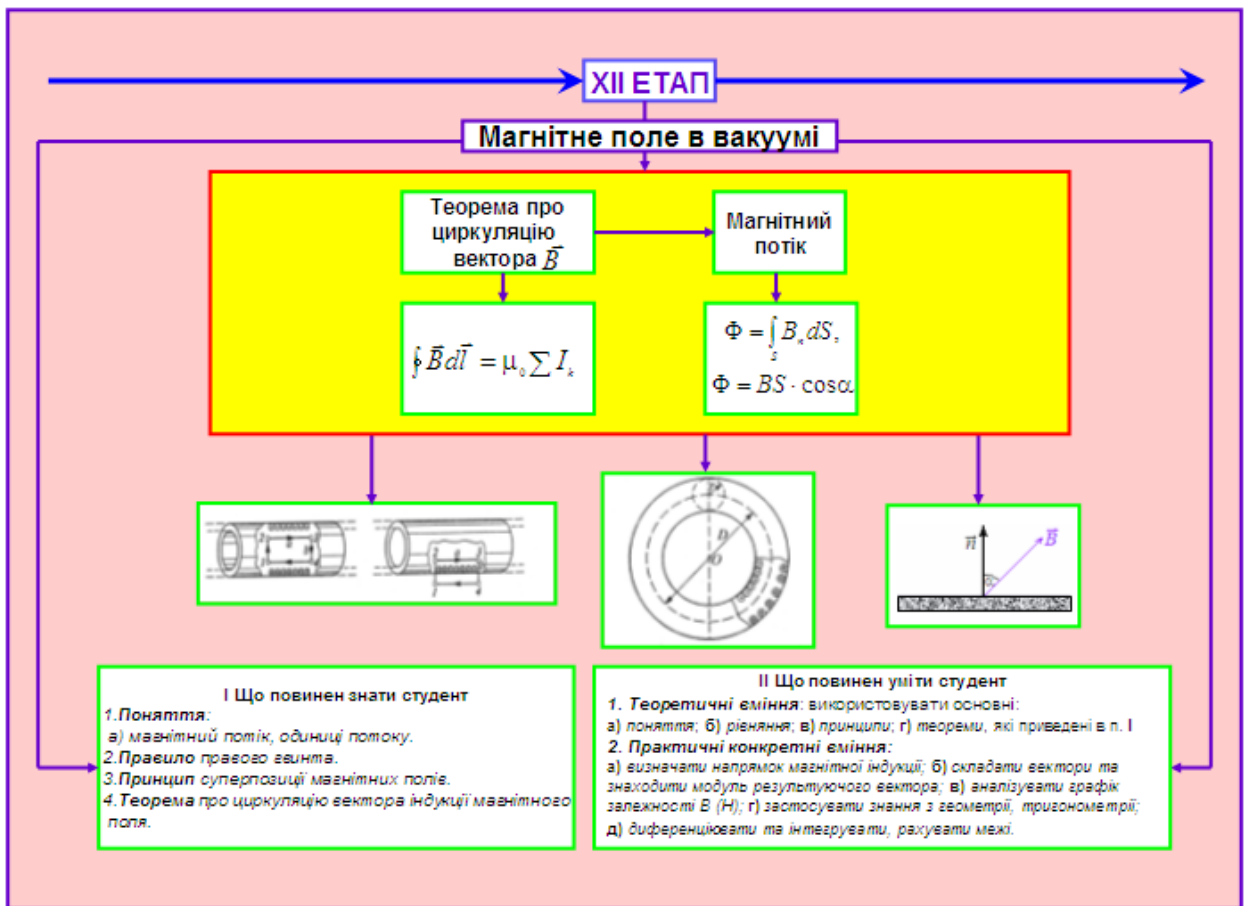
2.11. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



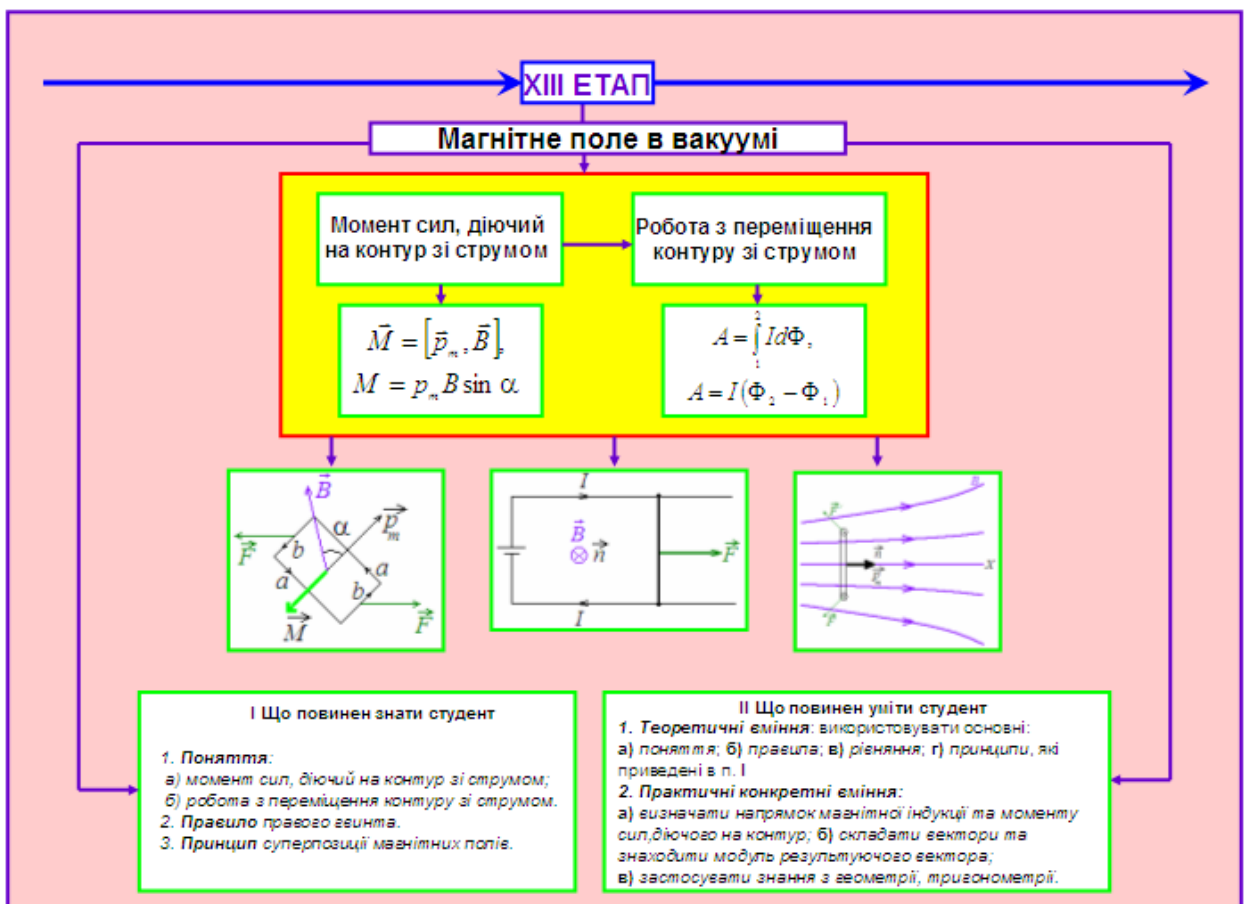
2.12. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



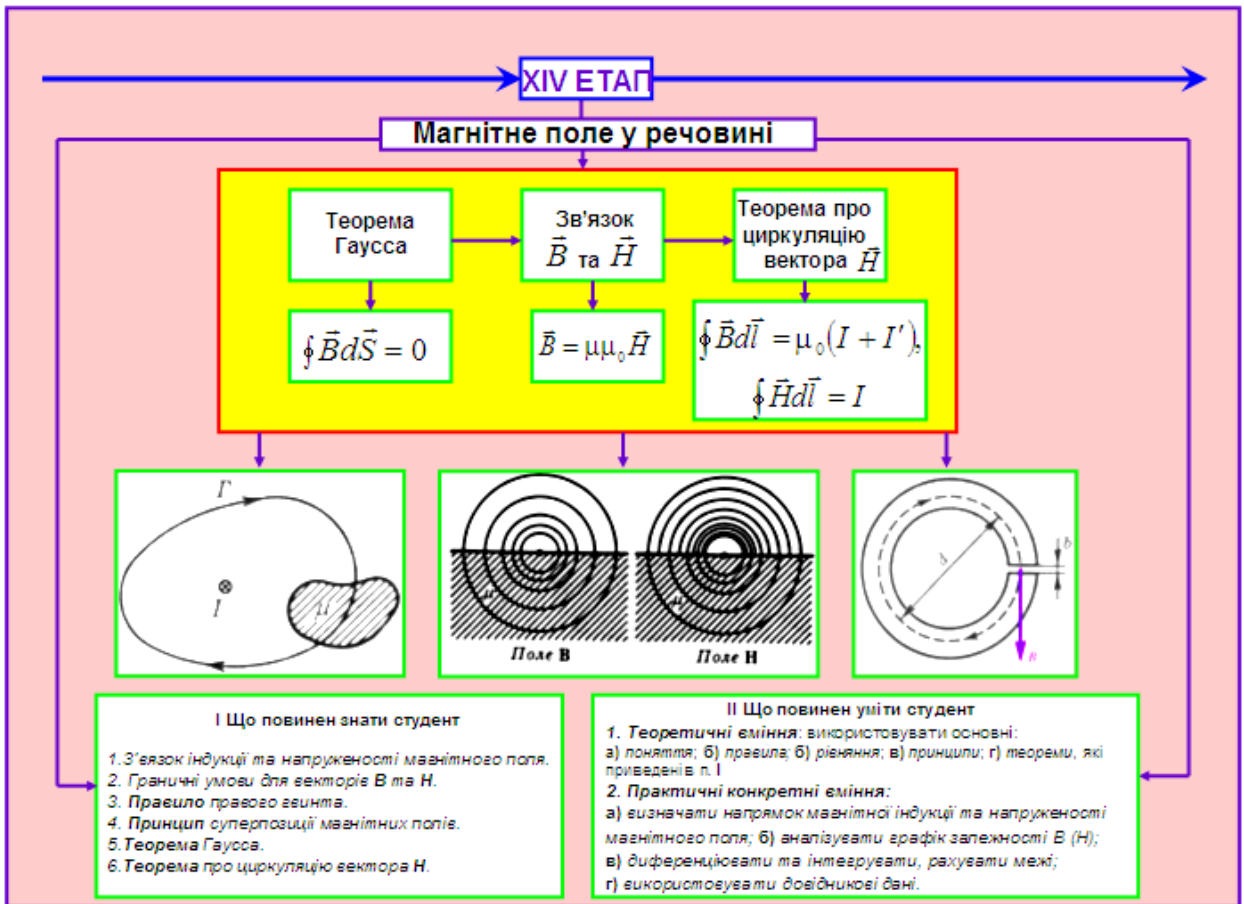
2.13. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



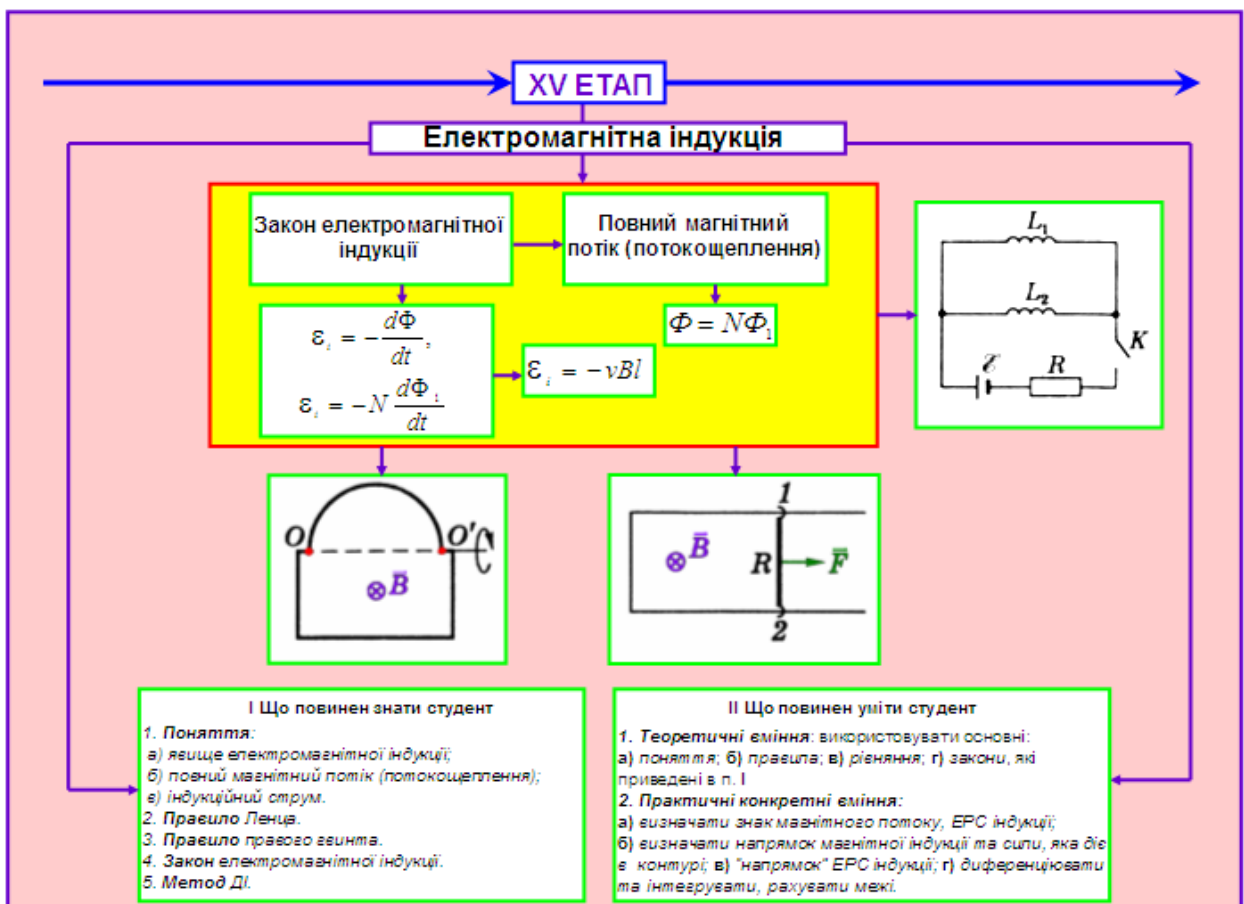
2.14. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



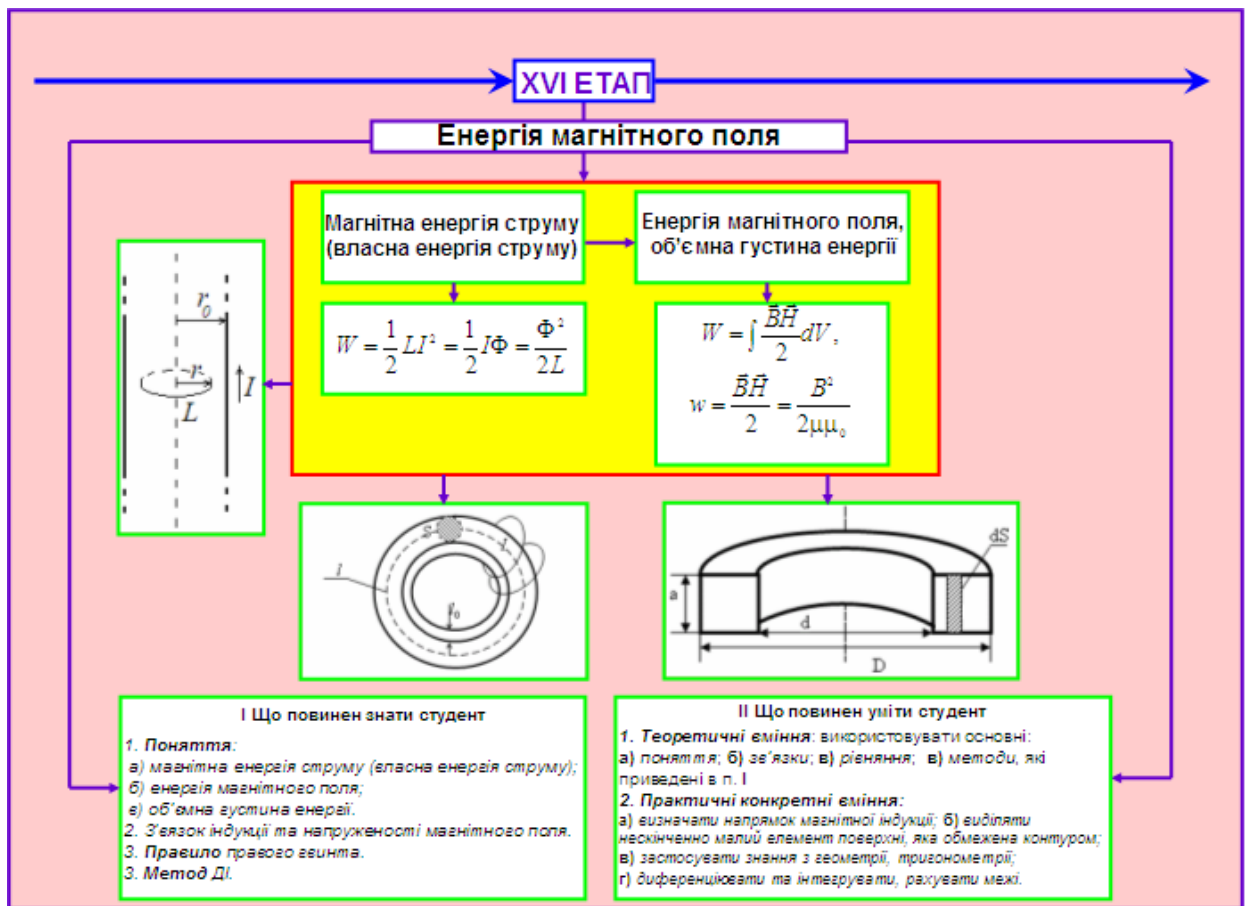
2.15. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



2.16. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



2.17. Етапи формування основних понять електродинаміки (продовження)



2.18. Етапи формування основних понять електродинаміки (завершення)

Формування фізичних понять та коригування пізнавального досвіду студентів сприяло ефективному засвоєнню фізичних знань, виховувало організованість, цілеспрямованість, наполегливість, самостійність під час розв'язування задач з електродинаміки, формувало відповідальне ставлення до навчання, розвивало фізичне та технічне мислення.

Основним напрямком нашого дослідження було розвиток та формування умінь у студентів розв'язувати задачі з електродинаміки – розділу, який є одним з важливих і актуальних за політехнічною спрямованістю.

Докладніші відомості про теоретичні, практичні загальні та практичні конкретні вміння, які розвивалися і формувалися у студентів технічних університетів під час розв'язування задач з електродинаміки подані у наступному параграфі.

2.3. Розвиток та формування умінь у студентів під час розв'язування задач з електродинаміки

Проблема підвищення рівня і якості знань, навичок й умінь (ЗНУ) студентів технічних університетів із курсу загальної фізики має особливе значення. Без належних ЗНУ з фізики неможлива активна участь в сучасному виробництві, в удосконаленні його технологій на основі винахідництва та раціоналізаторства, в розв'язуванні екологічних проблем, надзвичайно важливих для людства.

Розвиток та формування умінь – важлива і актуальна проблема сучасної педагогіки та психології. Незважаючи на ґрунтовне висвітлення багатьох аспектів цієї проблеми, суть поняття “уміння” науковцями інтерпретується неоднозначно.

Під *уміннями* розуміється *спосіб дії*, в інших – уміння розглядаються як *набутий досвід* або як *готовність, спроможність успішно діяти*. Однак вчені сходяться на тому, що *уміння ґрунтуються на знаннях та навичках*, а *знання обов'язково входять до фонду умінь*.

Кожне *уміння* – це здатність людини виконувати певну діяльність або дію на основі раніше отриманого досвіду, навичок та знань. Проте ототожнювати уміння зі знаннями не можна. *Головна особливість умінь – це їх дієвість*. Для того, щоб знання поєдналися з уміннями, необхідно набути досвіду практичного їх використання.

У нашому дослідженні ми розглядаємо уміння як *володіння прийомами (способами), методами здійснення відповідних дій*, яким ми навчали студентів для розв'язування нових і складних задач [188].

Уміння характеризуються здатністю:

- проводити добір знань, необхідних для розв'язування задач;
- виділяти орієнтири для побудови плану розв'язку задач;
- складати програму дій, що приводять до розв'язку задач;
- успішно виконувати перелічені вище дії;

- здійснювати контроль результатів у відповідності з поставленою метою та корегувати на цьому весь процес розв'язування задач.

Як відомо *знання* здобуваються, а *навички та уміння* набуваються і формуються [126, 213].

В психолого-педагогічній літературі розглядають різні *види умінь*. Розглянемо детальніше пізнавальні та предметні уміння.

Уміння, що потрібні для виконання пізнавальних завдань, кваліфікуються як *пізнавальні*. Науковці в галузі методики переважно поділяють *пізнавальні уміння* за ступенем узагальненості: *конкретні*, часткові (або предметні), які відображають специфіку того чи іншого навчального предмета й виявляються при засвоєнні конкретних знань; *узагальнені* (інтелектуальні), які забезпечують перебіг пізнавальної діяльності під час вивчення всіх навчальних дисциплін, зважаючи на те, що характерною їх особливістю є незалежність структури цих умінь від змісту, покладеного в основу розумового завдання; *загальні*, що пов'язуються із самостійною пізнавальною діяльністю (уміння працювати з літературою, спостерігати, складати план тощо) і до засвоєння яких суб'єкти навчання приходять через засвоєння предметних і процесуальних розумових дій.

До узагальнених пізнавальних умінь належать *уміння аналізувати та синтезувати, порівнювати та узагальнювати, робити висновки, виділяти причино-наслідкові зв'язки між явищами*, тобто виконувати відповідні розумові операції [29].

В одних дослідженнях вищезазначені уміння називають «*розумовими діями*» (П.Я. Гальперін, Н.Ф. Тализіна), в інших – «*прийомами розумової діяльності*» (О.М. Кабанова-Меллер, В.М. Решетніков), а також «*інтелектуальними уміннями*» (Д.М. Богоявленський, Н. Оменчинський). Незважаючи на різницю в термінології, за своєю суттю вони дуже близькі. Ці уміння передбачають оволодіння та оперування узагальненими способами дій. Вони необхідні для виконання пізнавального завдання в будь-якій галузі знань.

Наявність відпрацьованих пізнавальних умінь збагачує процес здобуття знань. Вони дають можливість студентам власними зусиллями виконати пізнавальну роботу, яка підвищує їхню спроможність пізнання, вселяє віру у свої сили, створює умови для самоствердження особистості та розвитку пізнавального інтересу.

Найбільшу цінність мають узагальнені пізнавальні уміння, що оснащують студентів універсальними способами освоєння діяльності. Це допомагає їм вільно оперувати знаннями, які перетворювалися в засіб пізнання. Процес оперування знаннями в усіх його проявах містить в собі стимул закріплення та розвитку пізнавального інтересу.

Наші спостереження показали, що наявність відпрацьованих пізнавальних умінь при необхідних знаннях підвищувало навчальні можливості студентів, дозволяло їм успішно, власними зусиллями виконати роботу, забезпечувало творчий характер діяльності. Узагальнені уміння виступали як реалізовані потенціальні можливості особистості, сприяли її самоствердженню в навчальній діяльності.

Процес формування пізнавальних умінь сам по собі дуже складний. Він з одного боку передбачає й усвідомлення структури умінь, а з іншого – їх практичне відпрацювання і пристосування до нового змісту. Процес формування пізнавальних умінь характеризується такими *етапами* [29] :

- формування уміння аналізувати завдання або умову задачі;
- формування уміння виконувати окремі операції, які є загальними для великого класу задач;
- введення правил дії (формування будь-якого уміння починається з усвідомлення правила його дії, а це вимагає виявлення операційного складу умінь, що підлягають засвоєнню);
- формування уміння на різному змісті навчальних предметів (уміння набувають узагальненого й мобільного характеру, коли формуються на різному змістовому матеріалі);
- практичне відпрацювання умінь у фронтальній роботі з аудиторією;

- закріплення умінь в індивідуальній роботі студентів (тематичні самостійні роботи, самостійні домашні завдання тощо);
- формування системи умінь (лише в системі йде оперування знаннями) та ін.

Процес розв'язування фізичної задачі – це послідовність науково обґрунтованих дій. Правильне і раціональне виконання цих дій вимагає певної системи знань та умінь, причому не лише з розділу “Електродинаміка”, але й знань з математики. Дії, необхідні для розв'язування задачі, називаються *уміннями*. В дослідженнях О.І. Бугайова вони складаються із сукупності предметних умінь загального характеру, конкретних *предметних* та *міжпредметних* умінь.

До *предметних умінь* загального характеру належать розумові дії, що забезпечують сприйняття й аналіз умови задачі, наприклад:

- виділяти з умови задачі потрібні для розв'язування відомості: якими фізичними величинами характеризуються явища та процеси, зазначені в умові задачі;
- шукати шляхи розв'язку задачі;
- складати план розв'язку задачі;
- виявляти суттєві співвідношення між фізичними величинами, використаними під час розв'язування задачі;
- абстрагуватися від несуттєвих взаємодій і процесів;
- нехтувати несуттєвими, другорядними чинниками і взаємодіями;
- оцінювати логічні співвідношення між ознаками фізичного явища чи процесу, зазначеного в умові задачі.

Уміння виконувати ці дії були потрібні для розв'язування задачі з будь-якого розділу фізики, тому в нашому дослідженні вони кваліфікувалися як *предметні уміння загального характеру*.

Предметні уміння з фізики загального характеру в процесі експерименту формувалися під час вивчення всього курсу загальної фізики, але конкретне

їх наповнення змінювалося, оскільки в кожній темі були характерні лише для неї елементи структури знань.

Як відомо, для розв'язування деяких задач треба уміти за словесним описом величини записати її числове значення, тому якщо в задачах з електродинаміки вказувалося середовище, або було задано діелектрик, тоді ми радили студентам звернутися до довідника та записати значення ϵ та μ .

Предметні уміння з фізики загального характеру реалізовувалися нами лише за наявності *конкретного предметного уміння*: застосовувалися знання конкретних законів та формул, необхідних для розв'язування певної задачі. Тому у студентів формувалися відповідні уміння застосовувати ці знання на практиці.

Від уміння застосовувати на практиці відомі математичні правила, теореми і формули залежала реалізація під час розв'язування задач *конкретних предметних умінь*, що визначаються конкретним змістом навчального матеріалу і характерні лише для певної теми.

На відміну від предметних умінь загального характеру, які однакові для всіх тем розділу “Електродинаміка”, *конкретні предметні уміння* змінюються від теми до теми. *Конкретне предметне уміння* полягає в умінні визначати різні фізичні величини в умовах конкретної задачі, тобто застосувати необхідні формули.

Для складання спектра задач з всього різноманіття *предметних умінь* загального характеру виділялися лише ті, що потрібні для розв'язування конкретної задачі, а для розв'язування подібної задачі в них вже не було потреби.

Кожна задача пов'язана із системою навчального матеріалу за допомогою спектра, що складається з *предметних умінь*, використаних під час розв'язування задачі. *Предметні уміння*, які треба використати для розв'язування задачі, складають її *предметний спектр*.

Сукупність фізичних умінь загального характеру, конкретних фізичних і математичних умінь є *повним спектром* фізичної задачі. Сума фізичних

(загальних і конкретних) умінь і математичних умінь, необхідних для розв'язування задачі, називається *шириною спектра задачі* [24].

Спираючись на вищезазначені теоретичні відомості, ми застосовували поетапний процес формування умінь щодо розв'язування задач: спочатку відпрацьовувалося одне уміння, потім інше, з часом студенти отримували завдання, що передбачали застосування комплексу умінь. Поступово система засвоєння знань та формування умінь “нарощувалася”.

Загальні знання та уміння, які розвивалися і формувалися у студентів під час проведення експериментального дослідження були такі [188]:

I. Що повинен знати студент для розв'язування задач з певної теми:

1. *Поняття.*
2. *Закони.*
3. *Принципи.*
4. *Методи.*
5. *Теорема.*

II. Що повинен уміти студент:

Теоретичні уміння:

1. З'ясовувати (осмислювати) умову задачі: *розпізнавати фізичні явища, процеси, які описані в умові задачі (розпізнавати вид, тип задачі); мислено подавати умову задачі (абстрагувати, конкретизувати, переформулювати).*

2. Розпізнавати основні:

- а) *поняття;*
- б) *закони;*
- в) *рівняння;*
- г) *принципи;*
- д) *методи;*
- е) *теорема, які необхідні для розв'язування задач.*

Практичні загальні уміння:

1. З'ясовувати (осмислювати) умову задачі:

- а) *проводити аналіз умови задачі;*

- б) читати текст та записувати скорочену умову задачі;*
- в) переводити величини в СІ;*
- г) будувати правильну та чітку фізичну модель ситуації;*
- д) графічно інтерпретувати задачу (виконувати креслення, рисунки, схеми, таблиці, тощо).*

2. Фізично аналізувати задачу:

- а) порівнювати вихідні та шукані дані;*
- б) виділяти істотні зв'язки, закономірності;*
- в) спрощувати умову задачі, звужувати область зіставлення;*
- г) доповнювати довідниковими даними;*
- е) обирати методи, прийоми та способи розв'язування задачі;*
- ж) аналізувати способи розв'язування задачі (перевіряти повноту рівнянь; виділяти дані, яких не вистачає);*
- з) складати та здійснювати план розв'язку задачі.*

3. Реалізовувати план розв'язку задачі:

- а) складати основні рівняння;*
- б) розв'язувати задачу в загальному і чисельному вигляді та проводити аналіз розв'язку;*
- в) розв'язувати відносно шуканої величини вихідні рівняння або систему рівнянь у загальному вигляді;*
- г) записувати аналітичні вирази відповідних законів і співвідношень у векторній формі та переходити від векторної до скалярної форми запису і навпаки;*
- д) проводити обчислення із заданою точністю;*
- е) будувати графіки потрібних залежностей між фізичними величинами, аналізувати їх, з'ясовувати за графіками необхідні величини і залежності;*
- ж) проводити оцінювання реальності отриманого розв'язку;*
- з) записувати відповідь у вигляді формули та числа.*

4. Перевіряти, оцінювати та досліджувати відповідь задачі:

а) оцінювати відповідь задачі при операціях над найменуваннями; реальністю результату; за узгодженням із загальними принципами фізики; розв'язуванням іншим способом;

б) формулювати висновки і узагальнення, що впливають з розв'язку задачі.

Далі подано здобуті знання і уміння, які сформувалися у студентів під час розв'язування задач з конкретних тем електродинаміки, а саме:

“Закон Кулона. Взаємодія заряджених тіл”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

- а) заряд;*
- б) точковий заряд;*
- в) діелектрична проникність;*
- г) електрична стала;*
- д) лінійна, поверхнева та об'ємна густини заряду.*

2. Закон збереження заряду.

3. Закон Кулона.

4. Принцип суперпозиції електричних полів.

5. Метод диференціювання та інтегрування.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

- а) поняття;*
- б) закони;*
- в) рівняння;*
- г) принципи;*
- д) методи, які приведені в п. I.*

2. Практичні загальні уміння (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

- а) знаходити напрямок діючої сили взаємодії між зарядами;*
- б) виділяти нескінченно малий елемент зарядженого тіла;*

- в) користуватися теоремою косинусів;
- г) застосувати знання з геометрії, тригонометрії;
- д) складати вектори та знаходити модуль результуючого вектора;
- е) проектувати вектори на координатні вісі;
- ж) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі.

“Напруженість електричного поля”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

- а) напруженість електричного поля, одиниці напруженості;
- б) напруженість поля точкового заряду;
- в) напруженість поля рівномірно зарядженої лінії, площини та заряду, розподіленого по об'єму.

3. Принцип суперпозиції електричних полів.

4. Метод диференціювання та інтегрування.

5. Теорема Гаусса для провідників та діелектриків.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

- а) поняття;
- б) рівняння;
- в) принципи;
- г) методи;
- д) теореми, які приведені в п. I.

2. Практичні загальні уміння (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

- а) виділяти нескінченно малий елемент зарядженого тіла;
- б) користуватися міркуваннями симетрії для визначення напрямку вектора напруженості електричного поля;
- в) проводити допоміжні гауссівські поверхні;
- г) користуватися теоремою косинусів;

- д) застосувати знання з геометрії, тригонометрії;
- е) скласти вектори та знаходити модуль результуючого вектора;
- ж) проектувати вектори на координатні вісі;
- з) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі.

“Потенціал електричного поля”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

- а) потенціал електричного поля;
- б) потенціал поля точкового заряду;
- в) потенціал поля лінійно розподілених зарядів, зарядів, розподілених по поверхні та по об'єму;
- г) енергія поля системи точкових зарядів.

2. Принцип суперпозиції електричних полів.

3. Метод диференціювання та інтегрування.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

- а) поняття;
- б) рівняння;
- в) принципи;
- г) методи, які приведені в п. I.

2. Практичні загальні уміння (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

- а) виділяти нескінченно малий елемент зарядженого тіла;
- б) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі;
- в) застосувати знання з геометрії, тригонометрії.

“Гradient потенціалу. Рух заряджених частинок в електричному полі”.

I. Що повинен знати студент:

1. *Поняття:*

- а) “градієнт”;*
- б) робота з переміщення електричного заряду;*
- в) потенціальна енергія зарядженої частинки.*

2. *Напрямок градієнта потенціалу.*

3. *Зв’язок градієнта потенціалу з напруженістю E .*

4. *Закон збереження енергії та імпульсу.*

5. *Принцип суперпозиції електричних полів.*

6. *Метод диференціювання та інтегрування.*

7. *Теорема Гаусса.*

II. *Що повинен уміти студент:*

1. *Теоретичні уміння* використовувати основні:

- а) поняття;*
- б) закони;*
- в) зв’язки;*
- г) рівняння;*
- д) принципи;*
- е) методи;*
- ж) теореми, які приведені в п. I.*

2. *Практичні загальні уміння* (див. стор. 91-93).

3. *Практичні конкретні уміння:*

- а) виділяти нескінченно малий елемент зарядженого тіла;*
- б) користуватися міркуваннями симетрії для визначення напрямку вектора напруженості електричного поля;*
- в) визначати напрямок градієнту потенціалу;*
- г) проводити допоміжні гауссівські поверхні;*
- д) користуватися теоремою косинусів;*
- е) застосувати знання з геометрії, тригонометрії;*
- ж) складати вектори та знаходити модуль результуючого вектора;*
- з) проектувати вектори на координатні вісі;*

- і) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі;*
- ї) в задачах на рух частинок правильно обирати систему відліку.*

“Електроємність, конденсатори. Енергія зарядженого провідника.

Енергія електричного поля”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

- а) електрична ємність, одиниці ємності;*
- б) електроємність конденсатора (плоского, сферичного, циліндричного);*
- в) електроємність відокремленої провідної сфери (кулі);*
- г) електроємність послідовно та паралельно з'єднаних конденсаторів;*
- д) енергія поля зарядженого конденсатора;*
- е) енергія електричного поля, густина енергії.*

2. Правила вузлів та контурів.

3. Метод диференціювання та інтегрування.

4. Теорема Гаусса.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

- а) поняття;*
- б) правила;*
- в) рівняння;*
- г) методи;*
- д) теореми, які приведені в п. I.*

2. Практичні загальні уміння (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

- а) скласти електричні схеми згідно умови задачі та аналізувати їх;*
- б) виділяти нескінченно малий елемент зарядженого тіла;*
- в) користуватися міркуваннями симетрії для визначення напрямку вектора напруженості електричного поля;*

- г) проводити допоміжні гауссівські поверхні;
- д) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі.

“Постійний струм. Основні закони постійного струму”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

- а) сила постійного струму, одиниці сили струму;
 - б) густина електричного струму;
 - в) електричний опір провідника;
 - г) потужність струму.
2. З'єднання провідників.
 3. Перше правило Кірхгофа.
 4. Друге правило Кірхгофа.
 5. Закони Ома.
 6. Закон Джоуля - Ленца
 7. Метод диференціювання та інтегрування.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

- а) поняття;
 - б) правила;
 - в) закони;
 - г) рівняння;
 - д) методи, які приведені в п. I.
2. **Практичні загальні уміння** (див. стор. 91-93).
 3. **Практичні конкретні уміння:**
 - а) скласти електричні схеми згідно умови задачі та аналізувати їх;
 - б) виділяти нескінченно малий елемент провідника;
 - в) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі.

“Магнітне поле постійного струму. Закон Біо – Савара – Лапласа”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

- а) індукція магнітного поля, одиниці індукції;*
- б) напруженість магнітного поля, одиниці напруженості;*
- в) магнітна стала.*
- г) зв'язок індукції та напруженості магнітного поля.*

2. Граничні умови для векторів \mathbf{B} та \mathbf{H} .

3. Правило правого гвинта.

4. Закон Біо – Савара - Лапласа.

5. Принцип суперпозиції магнітних полів.

6. Метод диференціювання та інтегрування.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

- а) поняття;*
- б) правила;*
- в) закони;*
- г) рівняння;*
- д) принципи;*
- е) методи, які приведені в п. I.*

2. Практичні загальні уміння (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

- а) визначати напрямок магнітної індукції;*
- б) виділяти нескінченно малий елемент нескінченно довгого дроту;*
- в) користуватися теоремою косинусів;*
- г) застосувати знання з геометрії, тригонометрії;*
- д) скласти вектори та знаходити модуль результуючого вектора;*
- е) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі.*

“Закон Ампера. Сила, діюча на контур зі струмом. Магнітний момент”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

- а) сила, що діє на контур зі струмом, одиниці сили;*
- б) магнітний момент, одиниці моменту;*
- в) сила, що діє на нескінченно малий контур зі струмом в неоднорідному магнітному полі.*

2. Правило правого гвинта.

3. Закон Ампера.

4. Принцип суперпозиції магнітних полів.

5. Метод диференціювання та інтегрування.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

- а) поняття;*
- б) правила;*
- в) закони;*
- г) рівняння;*
- д) принципи;*
- е) методи, які приведені в п. I.*

2. Практичні загальні уміння (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

- а) визначати напрямок магнітної індукції, сили Ампера, магнітного моменту;*
- б) виділяти нескінченно малий елемент провідника;*
- в) скласти вектори та знаходити модуль результуючого вектора;*
- г) застосувати знання з геометрії, тригонометрії;*
- д) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі.*

“Сила Лоренца”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

а) сила Лоренца.

2. Правило правого гвинта.

3. Принцип суперпозиції магнітних полів.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

а) поняття;

б) правила;

в) рівняння;

г) принципи, які приведені в п. I.

2. Практичні загальні уміння (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

а) визначати напрямок магнітної індукції, сили Лоренца, швидкості частинки;

б) складати вектори та знаходити модуль результуючого вектора;

в) застосувати знання з геометрії, тригонометрії.

“Теорема про циркуляцію вектора B . Магнітний потік”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

а) магнітний потік, одиниці потоку.

2. Правило правого гвинта.

3. Принцип суперпозиції магнітних полів.

4. Теорема про циркуляцію вектора індукції магнітного поля.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

а) поняття;

б) правила;

- в) рівняння;
- г) принципи;
- д) теореми, які приведені в п. І.

2. Практичні загальні уміння (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

- а) визначати напрямок магнітної індукції;
- б) скласти вектори та знаходити модуль результуючого вектора;
- в) аналізувати графік залежності $B(H)$;
- г) застосувати знання з геометрії, тригонометрії;
- д) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі.

“Момент сил, що діє на контур зі струмом. Робота з переміщення контуру зі струмом”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

- а) момент сил, що діє на контур зі струмом;
- б) робота з переміщення контуру зі струмом.

2. Правило правого гвинта.

3. Принцип суперпозиції магнітних полів.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

- а) поняття;
- б) правила;
- в) рівняння;
- г) принципи, які приведені в п. І.

2. Практичні загальні уміння (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

- а) визначати напрямок магнітної індукції та моменту сил, що діє на контур;
- б) скласти вектори та знаходити модуль результуючого вектора;

в) застосувати знання з геометрії, тригонометрії.

“Електромагнітна індукція”.

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

- а) явище електромагнітної індукції;
- б) повний магнітний потік (потокощеплення);
- в) індукційний струм.

2. Правило Ленца.

3. Правило правого гвинта.

4. Закон електромагнітної індукції.

5. Метод диференціювання та інтегрування.

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

- а) поняття;
- б) правила;
- в) закони;
- г) рівняння;
- д) методи, які приведені в п. I.

2. Практичні загальні уміння (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

- а) визначати знак магнітного потоку, ЕРС індукції;
- б) визначати напрямок магнітної індукції та сили, яка діє в контурі;
- в) “напрямок” ЕРС індукції;
- г) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі.

“Енергія магнітного поля”:

I. Що повинен знати студент:

1. Поняття:

- а) магнітна енергія струму (власна енергія струму);

- б) енергія магнітного поля;*
- в) об'ємна густина енергії.*
- 2. З'язок індукції та напруженості магнітного поля.**
- 3. Правило правого гвинта.**
- 4. Метод диференціювання та інтегрування.**

II. Що повинен уміти студент:

1. Теоретичні уміння використовувати основні:

- а) поняття;*
 - б) зв'язки;*
 - в) рівняння;*
 - г) методи, які приведені в п. I.*
- 2. Практичні загальні уміння** (див. стор. 91-93).

3. Практичні конкретні уміння:

- а) визначати напрямок магнітної індукції;*
- б) виділяти нескінченно малий елемент поверхні, яка обмежена контуром;*
- в) застосувати знання з геометрії, тригонометрії;*
- г) диференціювати та інтегрувати, рахувати межі.*

Виділені нами уміння формувалися та вдосконалювалися у двох напрямках, а саме: на практичних заняттях та у різних формах самостійної діяльності (тематичних самостійних роботах, домашніх завданнях, контрольних роботах, про які йдеться мова у параграфі 2.8).

Уміння студентів розв'язувати задачі з електродинаміки розвивалися та формувалися під час навчання сучасним методам, способам та прийомам. У наступному параграфі розглянуто формування цих умінь на прикладі алгоритмічного прийому.

2.4. Алгоритмічні прийоми розв'язування фізичних задач

Процес розв'язування задач є одним з засобів оволодіння системою наукових знань.

Існують різні прийоми розв'язування задач. Серед них значне місце займає *алгоритмічний*. Слово *алгоритм* виникло від “*algorithmi*” - латинської форми написання ім'я відомого математика IX сторіччя Аль-Хорезмі, який сформулював правила виконання арифметичних дій.

Наразі *алгоритмом* називають будь-яку програму планомірного напрямку дій. В іноземному довіднику поняття *алгоритм* визначається як математична система операцій (наприклад, обчислень), що здійснюється за правилами, після послідовного виконання яких приходять до розв'язку поставленої задачі. Під *алгоритмом* також розуміють сукупність дій, що виконуються у чітко визначеному порядку під час розв'язування задач певного класу.

Слід сказати, що *алгоритм* – це сукупність точних правил та закономірностей, які показують як треба розпоряджатися своїм знанням, щоб отримати розв'язок чи досягти мети [185, 186]. Як вчив академік А. Ершов, «алгоритм дає можливість не вгадувати розв'язок або знаходити його від випадку до випадку, а приходити до нього закономірно, виконуючи точні правила».

Американський вчений Б.Ф. Скінер запропонував використання лінійних програм, він написав: “...навчальний матеріал поділяється на невеликі за обсягом частки, які називаються *кроками*. Після вивчення першого кроку інформації студенту ставиться система запитань, передбачених програмою. Тільки після повного співпадання відповіді, своєї та програми, можна переходити до вивчення чергового кроку інформації”.

Засвоюючи по чергово всі *кроки* програми, студенти працювали в оптимальному для себе темпі. Це обов'язкова умова для досягнення відповідних результатів. Програмою передбачалося поступове зростання

складності інформації. На початку навчання наводилися вказівки, які полегшують вивчення матеріалу, але поступово їх кількість зменшувалася, а ступінь складності програми зростала [186].

В процесі розв'язування задач застосовувалися такі *алгоритми*:

- загальний алгоритм розв'язування задач;
- окремий алгоритм розв'язування задач;
- комбінований алгоритм розв'язування задач;
- алгоритм перетворення одиниць величин;
- алгоритм для визначення похідних одиниць фізичних величин та ін.

Зауважимо, що алгоритм сам по собі не є розв'язком задачі. Задача розв'язується завдяки виконанню операцій, які відповідають певному алгоритму. Прийом розв'язування задач за алгоритмом називають *алгоритмічним прийомом*.

Переваги алгоритмічного прийому під час формування умінь студентів щодо розв'язування задач були такими:

1. В процесі застосування алгоритмічного прийому розв'язування задачі студенти розпізнавали тип, до якого відноситься ця задача, тобто в результаті порівняння нової задачі з раніше розв'язаними вони знаходили *узагальненість*, а потім обирали необхідний алгоритм. Використання алгоритму потребує *конкретизації знань*, які навчають студентів мислити.
2. Алгоритмічний прийом сприяв *підготовці студентів до розв'язування творчих задач*, оскільки в алгоритмічному процесі розв'язку типових задач формувалися ті пізнавальні вміння, які автоматично були здійснені студентами під час переходу від типових задач до творчих.
3. Використання поняття «*алгоритм*» під час формування у студентів вмінь розв'язувати задачі з електродинаміки поступово

привчало студентів застосовувати це поняття для розв'язування будь-якої навчальної задачі з цього розділу .

4. Розв'язування типових задач з використанням алгоритму, збагачує досвід студентів, який допомагає їм відшукувати правильні прийоми розв'язування *нетипових складних задач*.

Проте, надмірне захоплення “алгоритмізацією” може привести до формалізації розумових дій. Звідси впливає необхідність вміло застосовувати алгоритмізацію в поєднанні з іншими підходами в навчанні.

Алгоритми існують в декількох *формах*:

- алгоритм – система правил;
- алгоритм – формула;
- алгоритм – інструкція, тощо.

Під час складання алгоритму ми спиралися на такі *основні вимоги*:

- ✓ алгоритм повинен бути лаконічним;
- ✓ приписи до виконання певних дій алгоритму повинні бути елементарними;
- ✓ набір приписів до виконання алгоритму повинен мати таку ступінь повноти, щоб на його основі можна було розв'язувати достатньо широкий клас задач;
- ✓ кожні приписи до виконання алгоритму повинні виражати істотні операції, які необхідні для розв'язування даного класу задач, та розкривати методику розв'язування цих задач, залишаючи можливість для самостійної пізнавальної роботи студентів.

Операції, що становлять *кроки навчальних алгоритмів*, були такими:

- побудова графіка, малюнка або креслення за умовою задачі;
- виконання відомих студентам дій над даними величинами або предметами;
- виконання відомих студентам логічних операцій;
- підстановка даних у відому формулу;
- запис відповіді у вигляді формули і числа та ін.

На прикладі розв’язування конкретної задачі ми показували студентам, як користуватися алгоритмом. На початкових етапах використання алгоритмів, приписи до виконання кожного кроку були для студентів досить складними. Як показує досвід, студент може вільно користуватися алгоритмом тільки тоді, коли кожна операція для нього буде елементарною. Щоб досягти цього, ми кожен нову для студентів операцію поділяли на прості (елементарні) операції, тобто будували алгоритм її виконання. З часом кількість дій поступово скорочувалася і операція ставала елементарною для студентів [185, 186].

Елементарні – це найчастіше операції розпізнавання. Для виконання їх потрібно точно виявити ознаки об’єктів [13].

Основна мета розроблених нами алгоритмів – розвинути та сформувати вміння у студентів розв’язувати задачі з електродинаміки, використовуючи метод диференціювання та інтегрування (метод ДІ), а також метод Гаусса [181, 187].

Наведемо приклад розробленого нами алгоритму для розв’язування задачі з теми: “Закон Кулона. Взаємодія точкового заряду з зарядом, рівномірно розподіленим по тонкій нитці”. Умова задачі: “*Тонка нитка завдовжки $l=20$ см заряджена з лінійною густиною $\tau=10$ нКл/м. На відстані $a = 10$ см від нитки, навпроти її середини, знаходиться точковий заряд $Q=1$ нКл. Визначити силу F , що діє на цей заряд з боку нитки*” [174].

Алгоритм розв’язку

- I. Прочитати умову задачі.
- II. Зробити аналіз ситуації, що описана в умові задачі.
- III. Зобразити фізичну модель ситуації, яка описана в умові задачі.
- IV. Використати метод диференціювання та інтегрування для подальшого розв’язання задачі, для чого:
 1. Показати на рисунку:
 - нескінченно малий елемент нитки dl , який несе заряд dq ;

- відстань r між зарядами dq та Q ;
 - вектор нескінченно малої сили $d\vec{F}$ взаємодії між зарядами dq та Q ;
 - кут α між відстанями a і r , та обрати нескінченно малий кут $d\alpha$.
2. Записати закон Кулона для взаємодії двох точкових зарядів dq та Q (формула 1).
 3. Розкласти вектор $d\vec{F}$ на дві складові idF_x та jdF_y і зобразити їх на рисунку. Кут між $d\vec{F}$ та dF_y позначити через α .
 4. Виразити складові dF_x та dF_y через dF та кут α (формула 2).
 5. Для знаходження dF визначити допоміжні величини, які входять до формули 1:
 - ✓ нескінченно малий заряд dq визначити через лінійну густину τ ;
 - ✓ відстань r між двома точковими зарядами dq та Q визначити через відстань a та кут α ;
 - ✓ нескінченно малу довжину dl визначити через кут $d\alpha$, відстань r та кут α .
 6. Обрати межі інтегрування та проінтегрувати формулу 2 із врахуванням отриманих значень dq , r та dl .

V. Зробити числові розрахунки.

VI. Проаналізувати та перевірити здобутий результат.

VII. Записати відповідь у вигляді формули та числа.

Аналіз результатів тематичних самостійних робіт із застосуванням алгоритмічного прийому показав, що близько 70 % студентів експериментальних груп засвоїли цей прийом. Навички розв'язування задач за алгоритмом сприяли отриманню студентами кращих результатів під час написання контрольних робіт та складання іспитів.

Таким чином, використання алгоритмічного прийому під час розв'язування задач допомогло здійснити такі можливості у навчанні:

1. Диференційованість масового навчання (самостійні роботи за алгоритмом).

2. Направленість дії та ходу думок студентів за закладеним в режимі навчання алгоритмом розв'язування задач.

3. Вивчення та використання алгоритмічних прийомів давало можливість створити базу, фундамент, сприяло формуванню навичок та умінь розв'язувати типові, стандартні задачі, що є кроком на шляху до розв'язування творчих задач.

У наступному параграфі розглянуто формування умінь у студентів щодо розв'язування задач з електродинаміки на прикладі застосування методу диференціювання та інтегрування (ДІ), а також методу Гаусса.

2.5. Застосування методу диференціювання та інтегрування (ДІ) і методу Гаусса під час розв'язування задач з електродинаміки

А. Метод диференціювання та інтегрування (ДІ) [187]. Це універсальний метод. Він дає можливість розповсюдити закон, справедливий для матеріальних точок на тіло будь-якої форми. А також застосувати закони, справедливі для нескінченно малих проміжків часу, на кінцевий проміжок часу.

Використовуючи метод диференціювання та інтегрування, ми спиралися на такі два *принципи*:

- Принцип можливості представлення закону у диференціальній формі;
- Принцип суперпозиції (якщо величини, які входять до закону, адитивні).

Під час розв'язування задач, ми навчали студентів виконувати такі *операції*:

Перша операція – знаходити диференціал шуканої величини. Для цього проводилися дії:

- тіло поділялося на нескінченно малі частки, розмірами яких можна знехтувати. Тоді ці частки вважалися точковими;
- записувався диференціал шуканої величини (для векторної величини крім того знаходився її напрямок).

Друга операція – проводити додавання (інтегрування):

- складався інтеграл;
- обиралася головна змінна інтегрування, а решта величин виражалися через неї. Для визначення змінної інтегрування аналізувалося, від яких змінних залежить диференціал шуканої величини і яка змінна є найістотнішою, по якій найзручніше проводити інтегрування. Після цього всі інші змінні виражалися як функція від цієї змінної;
- визначалися межі інтегрування як крайні (граничні) значення змінної інтегрування;
- обчислювався інтеграл, після чого знаходилося числове значення шуканої величини.

Використовуючи метод диференціювання та інтегрування, ми навчали студентів звертати увагу на те, що:

1. Інтеграл визначається тільки для скалярної функції.
2. Додавання векторних величин, порівняно зі скалярними, має свої особливості. Якщо вектори, що додаються мають один напрямок, тоді векторна сума замінюється скалярною. Якщо вектори мають різні напрямки, то додають їх проекції на осі координат. Потім довжина результуючого вектора знаходиться за теоремою Піфагора, або теоремою косинусів.
3. Перед інтегруванням векторних величин корисно визначити, чи має поле цих величин осьову симетрію. Якщо вихідна точка лежить на осі симетрії, то результуючий вектор всіх нескінченно малих величин буде направлений вздовж цієї осі.

4. Якщо заряд розподілений по площині чи по об'єму тіла, то використовуються співвідношення $dq = \sigma dS$ та $dq = \rho dV$, де σ та ρ – поверхнева та об'ємна густини заряду, dq – нескінченно малий заряд, dS – нескінченно мала площа, dV – нескінченно малий об'єм.
5. Напруженість електричного поля в центрі напівкільця визначається за тією ж формулою, що і напруженість поля нескінченної рівномірно зарядженої нитки:

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0 r}.$$

Наведемо приклад розв'язування задачі на тему “Закон Кулона” з використанням складеного нами алгоритму.

Умова задачі. *Тонкий довгий стрижень рівномірно заряджений з лінійною густиною заряду τ . На перпендикулярі до осі стрижня, на його кінці на відстані a знаходиться точковий заряд Q_0 . Знайти силу F взаємодії зарядженого стрижня і точкового заряду, якщо відстань a значно менша довжини стрижня.*

Алгоритм розв'язку:

Крок 1. Уважно прочитайте умову задачі, уявіть процеси та явища, описані в задачі, з'ясуйте основне запитання. Визначте задані величини, спираючись на які можна вести пошуки розв'язку.

Крок 2. Зробіть скорочений запис умови задачі за допомогою загальноприйнятих буквених позначень.

Крок 3. Побудуйте фізичну модель ситуації, яка описана в умові задачі (рис. 2.19).

Крок 4. Виясніть, чи можна розв'язати задачу, використовуючи метод ДІ. Якщо так, то зробіть наступне (див. **крок 5**).

Крок 5. Поділіть фізичне тіло на нескінченно малі елементи dl , які можна прийняти за матеріальні точки (рис. 2.20). Кожен елемент dl несе нескінченно малий заряд dq .

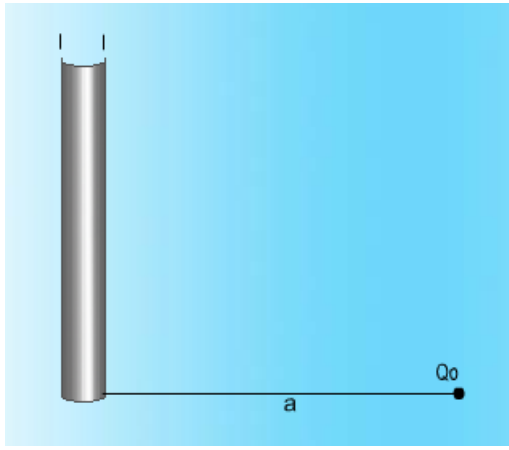


Рис. 2.19

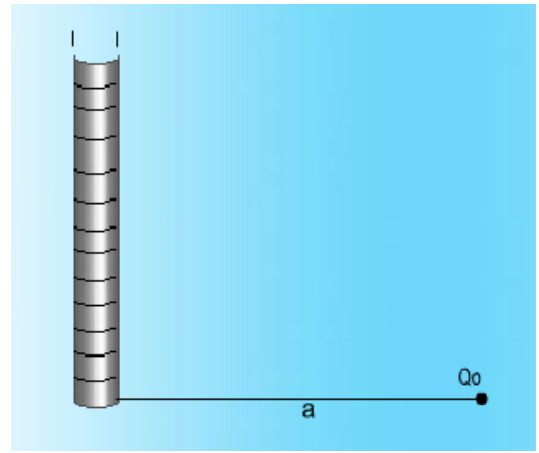


Рис. 2.20

Крок 6. Запишіть формулу для знаходження диференціала шуканої величини (для нашого прикладу – це сила dF , яка діє між точковим зарядом Q_0 та нескінченно малим зарядом dq):

$$dF = \frac{Q_0 dq}{4\pi\epsilon_0 r^2}. \quad (1)$$

Крок 7. Виясніть чи є шукана величина векторною. Якщо так, то проведіть такі операції:

- ✓ покажіть на рисунку напрямок цієї векторної величини (величини dF для нашого прикладу, рис. 2.21);
- ✓ оберіть напрямки осей Ox та Oy ;
- ✓ розкладіть векторну величину dF на дві складові (наприклад $\vec{i}dF_x$ та $\vec{j}dF_y$, рис. 2.22);

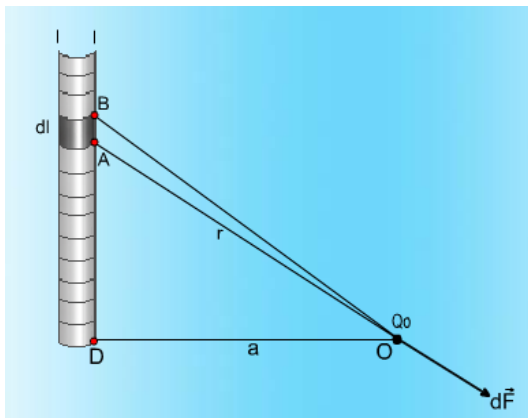


Рис. 2.21

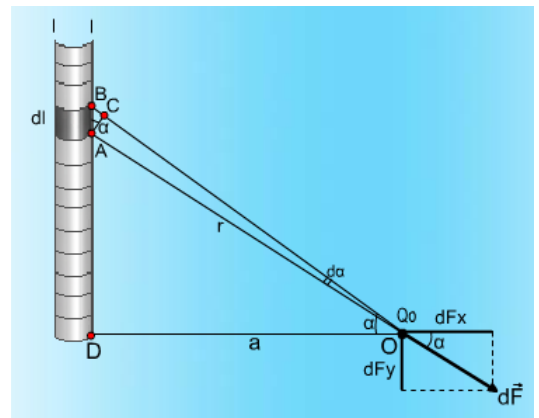


Рис. 2.22

- ✓ використавши геометрію рисунка запишіть вирази для цих складових через головну змінну інтегрування (наприклад, виразити dF_x та dF_y , через dF та кут α):

$$dF_x = dF \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

$$dF_y = dF \cdot \sin \alpha. \quad (3)$$

Крок 8. Оберіть межі інтегрування, як крайні (граничні) значення змінної інтегрування (для нашого прикладу змінною інтегрування є кут α , який змінюється в межах від 0 до $\frac{\pi}{2}$) та проінтегруйте формули (2) та (3):

$$F_x = \int_0^{\frac{\pi}{2}} dF \cos \alpha, \quad (4)$$

$$F_y = \int_0^{\frac{\pi}{2}} dF \sin \alpha. \quad (5)$$

Крок 9. Знайдіть модуль результуючої сили:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}. \quad (6)$$

Крок 10. Розв'яжіть систему здобутих рівнянь (1, 4, 5, 6).

Крок 11. Проведіть обчислення із заданою точністю.

Крок 12. Проведіть оцінювання реальності отриманого розв'язку.

Крок 13. Запишіть відповідь у вигляді формули та числа (наприклад,

для нашого випадку: $F = \frac{\tau Q_0 \sqrt{2}}{4\pi \epsilon_0 a}$).

Б. Теорема Гаусса (метод або спосіб Гаусса) [181]. Визначається потік N вектора E крізь замкнену поверхню, описану навколо зарядів

$$N = \int_S E_n dS = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}.$$

Як відомо, метод Гаусса ефективний для розрахунку неоднорідних полів, які мають сферичну, циліндричну та іншу симетрію. Симетрія та

конфігурація поля повинні бути такими, щоб, по-перше, можна було знайти достатньо просту замкнену поверхню S (поверхню Гаусса), що оточує заряд, який створює поле та, по-друге, обчислення потоку вектора \vec{E} привести до простого добутку E (чи E_n) на площу поверхні S чи її частини.

Дослідження показало, що при вдалому виборі замкненої поверхні S цей метод стає простішим за метод диференціювання та інтегрування. Але метод диференціювання та інтегрування є універсальним методом, він може бути застосованим практично в тих випадках, коли метод Гаусса виявляється безрезультатним. В деяких випадках метод Гаусса призводить до дуже складних обчислень, тоді застосовують метод диференціювання та інтегрування.

Під час розвитку і формування умінь студентів розв'язувати задачі, ми використовували метод Гаусса в тих задачах, в умові яких задано заряджений металевий циліндр, заряджена металева сфера або куля. Ми також ускладнювали задачу, вводячи: 1) одну чи більше заряджених концентричних сфер, помістивши між ними, а також усередині першої сфери будь-які діелектрики; 2) заряджені коаксіальні циліндри (рис. 2.23).

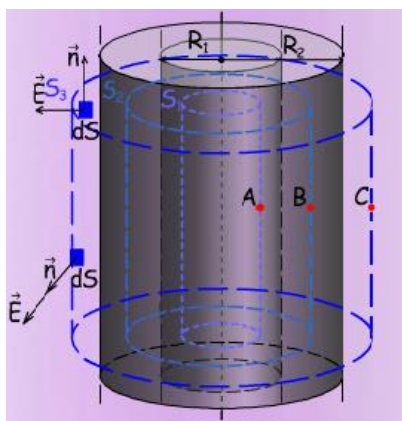


Рис. 2.23

Наведемо приклад розв'язування задачі з використання методу Гаусса за допомогою розробленого нами алгоритму.

Умова задачі. Два нескінченні коаксіальні циліндри з радіусами $R_1 = 5$ см та $R_2 = 10$ см рівномірно заряджені електрикою з поверхневими густинами $\sigma_1 = 10$ нКл/м² та $\sigma_2 = -3$ нКл/м². Визначити напруженість E поля у точках A, B, C , які знаходяться на відстанях $r_1 = 2$ см, $r_2 = 6$ см та $r_3 = 15$ см від осі циліндрів [174].

Алгоритм розв'язку:

Крок 1. Уважно прочитайте умову задачі, уявіть процеси та явища, описані в задачі, з'ясуйте основне питання. Визначте задані величини, спираючись на які можна вести пошуки розв'язку.

Крок 2. Зробіть скорочений запис умови задачі за допомогою загальноприйнятих буквених позначень.

Крок 3. Побудуйте фізичну модель ситуації, яка описана в умові задачі (рис. 2.23).

Крок 4. Уясніть, чи можна розв'язати задачу, використовуючи метод Гаусса. Якщо так, то зробіть наступне (див. **крок 5**).

Крок 5. Точки, які знаходяться на відстанях r_1, r_2, r_3 позначте точками A, B, C .

Крок 6. Через точки A, B, C проведіть допоміжні циліндричні поверхні S_1, S_2, S_3 , відповідно з радіусами r_1, r_2, r_3 (рис. 2.23).

Крок 7. Запишіть теорему Гаусса в загальному вигляді.

$$\left(\text{Результат } \oint_S \mathbf{E}_n dS = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0} \right). \quad (1)$$

Крок 8. Перетворіть ліву частину теореми Гаусса. Для цього інтеграл по замкненій поверхні S запишіть як суму інтегралів по бічним поверхням та по основах допоміжних циліндрів.

$$\left(\text{Результат } \oint_S \mathbf{E}_n dS = \int_{S_{1,2,3\text{б} \text{ о к}}} \mathbf{E}_n dS + 2 \cdot \int_{S_{1,2,3\text{о} \text{ с т ю в}}} \mathbf{E}_n dS \right). \quad (2)$$

Крок 9. Запишіть вираз для потоку вектора напруженості крізь:

а) основи допоміжних циліндрів $S_{1,2,3основ}$.

$$\int_{S_{1,2,3основ}} E_n dS = 0, \quad (3)$$

оскільки циліндри є нескінченними, тоді напруженістю E_n на основах циліндрів можна знехтувати (рис. 2.23)).

б) бокові поверхні $S_{1,2,3бок}$ допоміжних циліндрів. Враховуючи, що усі точки бокової поверхні знаходяться в однакових умовах відносно заряду.

$$\int_{S_{1,2,3бок}} E_n dS = E_n \int_{S_{1,2,3бок}} dS = E_n S_{1,2,3бок} = E_n 2\pi r \cdot h, \quad (4)$$

де r – радіус допоміжної поверхні.)

Крок 10. Знайдіть суму зарядів, охоплених допоміжними поверхнями з радіусами r_1, r_2, r_3 .

(Результат: 1) якщо $r_1 < R_1$, тоді сума зарядів $\sum Q_i = 0$, оскільки всередині зарядженого циліндра зарядів немає;

2) у точці B поле утворюється зарядами, що знаходяться всередині допоміжної поверхні S_2 , поверхнева густина яких дорівнює σ_1 :

$$\sum Q_i = \sigma_1 2\pi R_1 h; \quad (5)$$

3) у точці C , що віддалена від осі на відстань r_3 , поле утворюється зарядами, поверхневі густини яких дорівнюють σ_1 та σ_2 :

$$\sum Q_i = \sigma_1 2\pi R_1 h + \sigma_2 2\pi R_2 h. \quad (6)$$

Крок 11. Розв'яжіть систему здобутих рівнянь та визначте напруженість E поля у точках A, B, C , відповідно.

Крок 12. Проведіть обчислення.

Крок 13. Проведіть оцінювання реальності отриманого розв'язку.

Крок 14. Запишіть відповідь у вигляді формули та числа.

$$\text{(Відповідь: } E_A = 0, E_B = \frac{R_1 \sigma_1}{\epsilon_0 r_2}; 9,4 \cdot 10^4 \text{ (В/м),}$$

$$E_C = \frac{R_1 \sigma_1}{\epsilon_0 r_2} + \frac{R_2 \sigma_2}{\epsilon_0 r_3}; 1,5 \cdot 10^4 \text{ (В/м).)}$$

Як показало проведене експериментальне дослідження, розроблені нами алгоритми успішно засвоювалися студентами та сприяли формуванню умінь розв'язувати задачі з електродинаміки.

Методика формування умінь щодо розв'язування задач з фізики невід'ємно пов'язана з реалізацією міжпредметних зв'язків фізики і математики. Наступний параграф розкриває цей зв'язок на прикладі застосування поняття “градієнт”.

2.6. Реалізація міжпредметних зв'язків фізики і математики під час розв'язування задач з електродинаміки

Міжпредметні зв'язки (МПЗ) між фізикою та математикою є методичною системою поза якою стає неможливим досягнення високого рівня якості навчання.

У фізиці, як відомо застосовується два методи дослідження *експериментальний і теоретичний*, в кожному з яких певною мірою використовується математика. Використовування будь-якого методу при вивченні технічних або інших фізичних явищ та процесів стає складним, якщо дослідник не володіє математичним апаратом. Математичний апарат – це не тільки невід'ємна частина фізики при отриманні висновків із законів, але без нього неможливе формулювання цих законів.

За допомогою математики багато понять, закономірностей та законів фізики виражається достатньо чітко, компактно, наочно, що дуже важливо при збільшенні обсягу навчальних відомостей.

Математичні методи, які використовувалися у навчанні фізики, а саме під час формування умінь у студентів розв'язувати задачі з електродинаміки були дуже різноманітними. Це *методи векторної алгебри й аналітичної геометрії*, що використовуються в оптиці та механіці; *алгебраїчні методи*, які застосовуються в оптиці, механіці та електродинаміці; *методи диференційного та інтегрального числення*, що пронизують майже всю

фізику і дозволяють розв'язувати велику кількість задач, пов'язаних з рухом, молекулярною фізикою та електрикою; *теоретико-ймовірнісні методи*, що забезпечують вивчення випадкових процесів, які часто трапляються в молекулярній та ядерній фізиці.

Завдяки математизації фізичних знань та формування умінь ми поліпшували підготовку студентів до проведення лабораторних та практичних занять, оскільки адекватне застосування математичних знань допомагає студентам аналізувати результати досліджень, робити правильні висновки на основі експериментальних результатів. Крім того навчали використовувати методи математичного аналізу під час розв'язування фізичних задач, що давало можливість досягти розуміння студентами суті фізичних задач, фізичних явищ та процесів.

Ефективне забезпечення взаємного зв'язку навчання фізики та математики залежало від того, наскільки послідовно впроваджувався єдиний підхід до формування понять, загальних для обох курсів.

Найяскравіше та повно всі етапи математичного моделювання відображаються при виявленні функціональної залежності між фізичними величинами, що дозволяє аналізувати перебіг фізичних явищ й процесів та є необхідним у використанні знань про функції та функціональні залежності, градієнт, ротор, дивергенцію, інтеграл, які покладено в основу математичної моделі фізичних об'єктів.

Під час формування умінь у студентів щодо розв'язування задач з електродинаміки ми спостерігали, що більшість студентів достатньою мірою володіли знаннями цілого ряду теоретичних розділів курсу математики і вміли застосовувати їх у ситуаціях, специфічних для курсу математики, але не завжди вміло використовували ці знання для розв'язування фізичних задач. Тобто, існувала невідповідність у використанні студентами математичних знань під час розв'язування прикладів з математики і задач з фізики.

На нашу думку, причина такої невідповідності полягала в тому, що студенти недостатньо ознайомлені з окремими етапами процесу математизації фізичних ситуацій, поданих у задачах. Тому під час проведення вступного заняття ми надавали стисле пояснення тих математичних термінів, які будуть використовуватися в курсі загальної фізики.

Значні труднощі виникали у студентів також при вивченні тих розділів курсу фізики, де необхідні глибокі навички дослідження функціональних закономірностей за допомогою математичних методів.

Як відомо теорема Гаусса у диференційній формі є наслідком тієї ж теореми у інтегральній формі. Градієнт вводиться для того, щоб знайти зв'язок потенціалу з напруженістю електричного поля тощо.

Аналіз науково-методичних робіт, присвячених розгляду здійснення взаємозв'язку при вивченні фізики і математики показав, що такий міжпредметний зв'язок слугує засобом підвищення ефективності вивчення фізики і математики. Це дало можливість [175]:

- найефективніше розвинути наукове мислення, сформувати світогляд студентів;
- створити оптимальні умови для формування єдиних підходів до фундаментальних понять, загальних для фізики і математики;
- продуктивно використати математичні методи дослідження шляхом їх систематичного застосування при вивченні фізичних явищ і процесів;
- сформувати вміння у студентів розв'язувати задачі з фізики;
- підвищити ефективність вивчення математики тощо.

2.6.1. Особливості застосування поняття “градієнт”

Однією з умов розвитку фізичного мислення студентів є науковий підхід до процесу формування фізичних понять, який підпорядковується загальним закономірностям формування будь-яких інших понять. Проте на цей процес накладаються особливості фізики як науки.

У процесі формування понять використовувався цілий ряд прийомів розумової діяльності:

- індукція;
- дедукція;
- аналіз;
- синтез;
- узагальнення;
- абстрагування тощо.

Найбільші труднощі виникали у студентів під час вивчення тих розділів курсу фізики, де необхідне глибоке знання математичних понять. За допомогою математики багато понять, закономірностей та законів фізики виражається достатньо чітко, компактно, наочно, що дуже важливо при збільшенні обсягу навчальних відомостей.

Поняття “градієнт” знайшло своє застосування не тільки в математиці, але й у фізиці.

На рис. 2.24 подано приклади застосування поняття “градієнт” в різних розділах курсу загальної фізики [79, 120, 144, 148, 177, 192, 217].

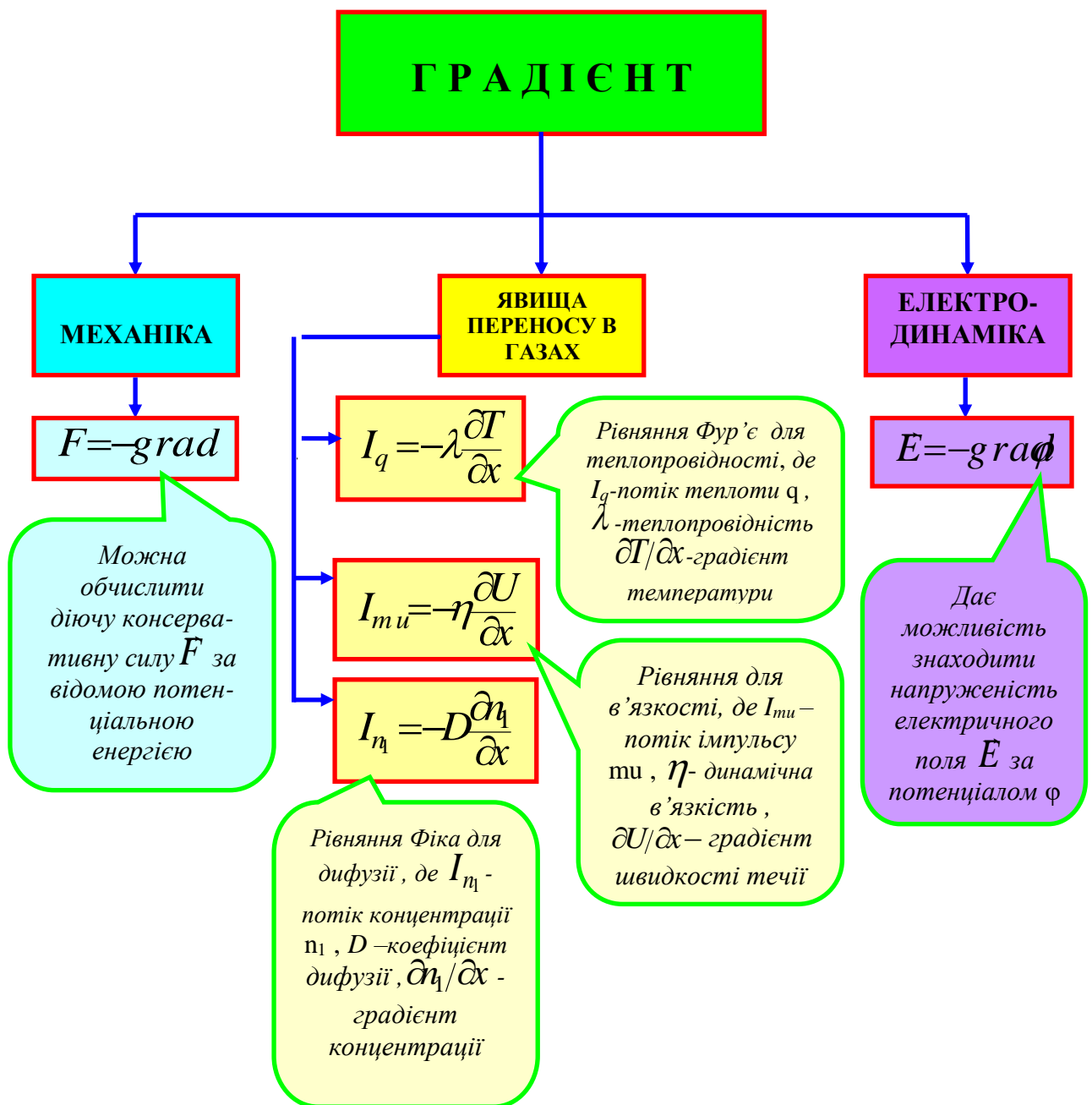
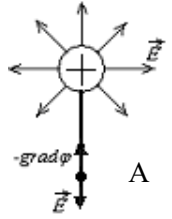


Рис. 2.24. Застосування поняття “градієнт” в курсі загальної фізики

Детальніші відомості про поняття “градієнт” подані в таблиці 2.1.

Відомості про поняття “градієнт”

ГРАДІЄНТ				
від латинського <i>gradientis</i> - крокуючий				
Історичні факти	Визначення	Позначення	Фізичний зміст	Ілюстрація
<p>Англійський математик Уільям Роуан Гамільтон (1805-1865р.р) запропонував символічний вектор з “проекціями”</p> $\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z}$ <p>на вісі координат, який він назвав “набла” та позначив ∇.</p> <p>Враховуючи цей факт, поняття “градієнт” можна позначити так:</p> $grad\phi = \nabla\phi.$	<p>Вектор, який за чисельним значенням та за напрямом характеризує найбільшу “швидкість” зміни скалярної функції $\phi(x,y,z)$.</p>	$grad\phi$ $\nabla\phi$ $\frac{\partial\phi}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial\phi}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial\phi}{\partial z}\vec{k}$	<p>Для електродинаміки:</p> $E = -grad\phi.$ <p>Вектор напруженості електричного поля направлений в бік, протилежний до зростання потенціалу.</p>	 <p style="text-align: center;">$E = -grad\phi$</p>

Отже градієнт – це перепад тієї чи іншої величини, темп її зміни з відстанню.

Математичні вирази та властивості градієнта подані в таблиці 2.2.

Математичні вирази та властивості поняття “градієнт”

МАТЕМАТИЧНІ ВИРАЗИ	ВЛАСТИВОСТІ
$\mathit{grad}\phi = \frac{\partial\phi}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial\phi}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial\phi}{\partial z}\vec{k},$ <p>де $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ координатні орти.</p> <p>Модуль градієнта дорівнює:</p> $ \mathit{grad}\phi = \sqrt{\left(\frac{\partial\phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi}{\partial z}\right)^2}$	<ul style="list-style-type: none"> Властивості, які безпосередньо впливають з правил диференціювання функцій кількох змінних (далі ϕ та ψ- скалярні поля, α і β- сталі): <ul style="list-style-type: none"> а) $\mathit{grad}(\alpha\phi + \beta\psi) = \alpha \cdot \mathit{grad}\phi + \beta \cdot \mathit{grad}\psi$; б) $\mathit{grad}(\phi\psi) = \phi \mathit{grad}\psi + \psi \mathit{grad}\phi$; в) $\mathit{grad}\left(\frac{\phi}{\psi}\right) = \frac{1}{\psi^2} (\psi \cdot \mathit{grad}\phi - \phi \cdot \mathit{grad}\psi)$; г) $\mathit{grad}(F) = \frac{dF}{d\phi} \cdot \mathit{grad}\phi$; д) $\mathit{grad}(F, \psi) = \frac{\partial F}{\partial \phi} \cdot \mathit{grad}\phi + \frac{\partial F}{\partial \psi} \cdot \mathit{grad}\psi$. У кожній точці скалярного поля вектор $\mathit{grad}\phi$ направлений по нормалі до поверхні рівня¹, що проходить через певну точку М. Абсолютне значення градієнта при цьому може слугувати мірою густини поверхонь рівня скалярного поля. <hr/> <p>¹Під <i>поверхнею рівня</i> скалярного поля розуміють сукупність точок простору, в яких функція поля має однакове значення. В фізиці при розгляді конкретних скалярних полів зазвичай використовуються спеціальні назви поверхонь рівня. Наприклад, для електро-статичного потенціалу - це <i>еквіпотенціальні поверхні</i>.</p>

В таблиці 2.3 подано приклад фізичного застосування поняття “градієнт” під час розв’язування задач з електродинаміки.

Таблиця 2.3

Фізичне застосування поняття “градієнт” під час розв’язування задач з електродинаміки

Умова задачі	Дано	Математична модель		Розв’язок	Відповідь
		Основні формули	Додаткові формули		
Знайти напруженість електричного поля, потенціал якого має вигляд $\varphi = \vec{a} \cdot \vec{r}$, де \vec{a} - сталий вектор, \vec{r} - радіус-вектор точки поля	$\varphi = \vec{a} \cdot \vec{r}$ $E = ?$	$E = -\text{grad} \varphi$	$\text{grad} \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \vec{k}$ $\nabla(\varphi \psi) = \varphi \nabla \psi + \psi \nabla \varphi$ $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$	$E = -\text{grad} \varphi = -\text{grad}(\vec{a} \cdot \vec{r}) =$ $= -(\vec{a} \cdot \text{grad} \vec{r} + \vec{r} \cdot \text{grad} \vec{a}) =$ $= -\vec{a} \cdot \text{grad} \vec{r} = -\vec{a}(\vec{i} + \vec{j} + \vec{k}) =$ $= -\vec{a}$	$E = -\vec{a}$

Таблиця 2.4 містить основні вимоги, на які ми спиралися під час здобування студентами знань та формування в них умінь щодо розв’язування задач, які пов’язані із застосуванням поняття “градієнт”.

Таблиця 2.4

Основні вимоги до знань та умінь щодо розв’язування задач, які пов’язані з застосуванням поняття “градієнт”.

ЩО ПОВИНЕН ЗНАТИ СТУДЕНТ	ЩО ПОВИНЕН УМІТИ СТУДЕНТ
1	2

1	2
<ul style="list-style-type: none"> • Формулу, за якою обчислюється градієнт. • Напрямок градієнта. • Формулу, за якою обчислюється модуль градієнта. • Основні властивості градієнта. • Зв'язок градієнта з похідною за напрямком. • Відрізняти градієнт від інших математичних понять (<i>div</i>, <i>rot</i>) • Основні формули векторної алгебри. • Правила диференціювання функцій кількох змінних. 	<ul style="list-style-type: none"> • Знаходити градієнт скалярної функції. • Визначати модуль градієнта. • Виконувати векторні перетворення. • Обчислювати похідні функцій кількох змінних. • Знаходити похідну за напрямком. • Відображати графічно напрямок градієнта.

Застосування поняття “*градієнт*” значно спрощувало розв’язування задач з електродинаміки та інших розділів курсу загальної фізики.

Наші дослідження показали, що у студентів, які оволоділи виконанням математичних операцій із застосуванням поняття “*градієнт*”, найповніше сформувалися уміння щодо розв’язування задач з електродинаміки.

Усі вищезазначені параграфи розглядали традиційні засоби навчання. Але завданням нашого дослідження було розроблення та впровадження як традиційних, так і нових інформаційних технологій.

Тому у наступному параграфі подано основні підходи до застосування комп’ютерних засобів навчання під час формування умінь у студентів щодо розв’язування задач з електродинаміки.

2.7. Основи розроблення та використання електронного навчального посібника “Розв’язування задач з електростатики”

Враховуючи основні вимоги до технології створення та використання комп’ютерних засобів навчання, а також з урахуванням діючих дистанційних курсів на базі Національного технічного університету України “КПІ”, нами розроблено програмний засіб навчального призначення “Електронний навчальний посібник” (ЕНП) для студентів технічних університетів, який відповідає діючим програмам курсу загальної фізики з розділу “Електродинаміка” [180, 182 – 184, 189, 193, 194].

За визначенням *електронний посібник* – це навчальна програмна система комплексного призначення, що забезпечує безперервність та повноту дидактичного циклу [2].

Основна мета ЕНП – допомогти студентам розвинути та сформуванати вміння самостійно роз’язувати задачі.

Для написання ЕНП нами використовувались:

- інтерфейс – мова програмування Delphi (головне меню);
- прикладні програми Macromedia Flash та SWISHmax (анімація);
- мова HTML (статичні сторінки).

Використовуючи ЕНП для передачі студентам навчальних відомостей ми спиралися на такі *дидактичні принципи* [115, 134]:

- Принцип науковості, систематичності і послідовності.
- Принцип наочності.
- Принцип об’єднання індивідуального підходу навчання з колективними формами.
- Принцип зв’язку теорії з практикою.
- Принцип ефективності.
- Принцип активності.
- Принцип самостійності.
- Принцип мотивації тощо.

Під час проектування та використання ЕНП ми дотримувалися основних психологічних принципів взаємодії людини та комп'ютера, оскільки порушення цих принципів проявляється найчастіше в такому:

- ✓ надлишкова допомога комп'ютера людині в одних ситуаціях, та недостатня допомога комп'ютера в інших;
- ✓ надмірність інформативного діалогу;
- ✓ “збої” комп'ютера, тобто комп'ютер може давати відповідь не по суті виконуваного завдання, або заданого питання;
- ✓ недостатня мотивація допомоги комп'ютера;
- ✓ надмірна категоричність відповідей та ін.

Усе вищезазначене приводило б до збільшення, замість передбачуваного скорочення часу на вивчення матеріалу, зниженню мотивації до навчання та ін.

Використання ЕНП в процесі навчання давало такі *переваги*:

- автоматизацію та інтенсифікацію педагогічної праці;
- використання мультимедійного подання відомостей;
- створення “живих” ілюстрацій, які допомагали кращому засвоєнню навчального матеріалу та включенню “зорової” пам'яті;
- візуалізацію динамічних результатів імітаційного моделювання;
- реалізацію ігрових форм навчання;
- мінімізацію витрат енергії нервової системи студентів на одиницю міцно засвоєних знань тощо.

Анімація фізичного явища давала можливість надати наочність абстрактним законам, зосередити увагу студентів на тонких деталях, які не помічалися під час безпосереднього спостереження.

Психологи вважають, що кожен студент навчається по - різному. Деякі навчаються “на слух”, інші є “зоровими” студентами. Такі спостереження є основою теорії мультисенсорного навчання. Згідно з цією теорією, ми обрали такий стиль навчання, який є найкращим для конкретного студента.

Наприклад, “візуальний” студент засвоював більше відомостей, якщо ми використовували картинки, графіки та анімацію.

Використання ЕНП в навчальному процесі не означало повної відмови від традиційних методів навчання. Це був лише новий інструментарій, який давав можливість:

- досягти високих результатів навчання з раціональною затратою зусиль та часу;
- підвищити ефективність засвоєння відомостей;
- раціонально розподіляти час проведення заняття;
- сформувати вміння самостійно орієнтуватися у навчальному матеріалі;
- сформувати вміння аналізувати умову задачі;
- підвищити самооцінку тощо.

Але серед переваг були й *недоліки*, які викликані специфічними особливостями роботи з відомостями на електронних носіях, а саме:

- читання з екрану є менш зручним, ніж з аркуша паперу;
- робота з комп’ютером викликає підвищену стомлюваність органів зору;
- інформаційні технології передбачають наявність відповідних технічних засобів та ін.

Слід підкреслити, що ЕНП не є аналогом друкованих підручників. Він не повторює традиційного підручника, де тексти та ілюстрації подано у статичному вигляді. Завжди зручніше читати традиційний підручник, ніж текст на екрані монітора, проте, у друкованому посібнику студент не може спостерігати динаміки фізичного процесу.

На рис. 2.25 подано модель розробленого нами електронного навчального посібника.

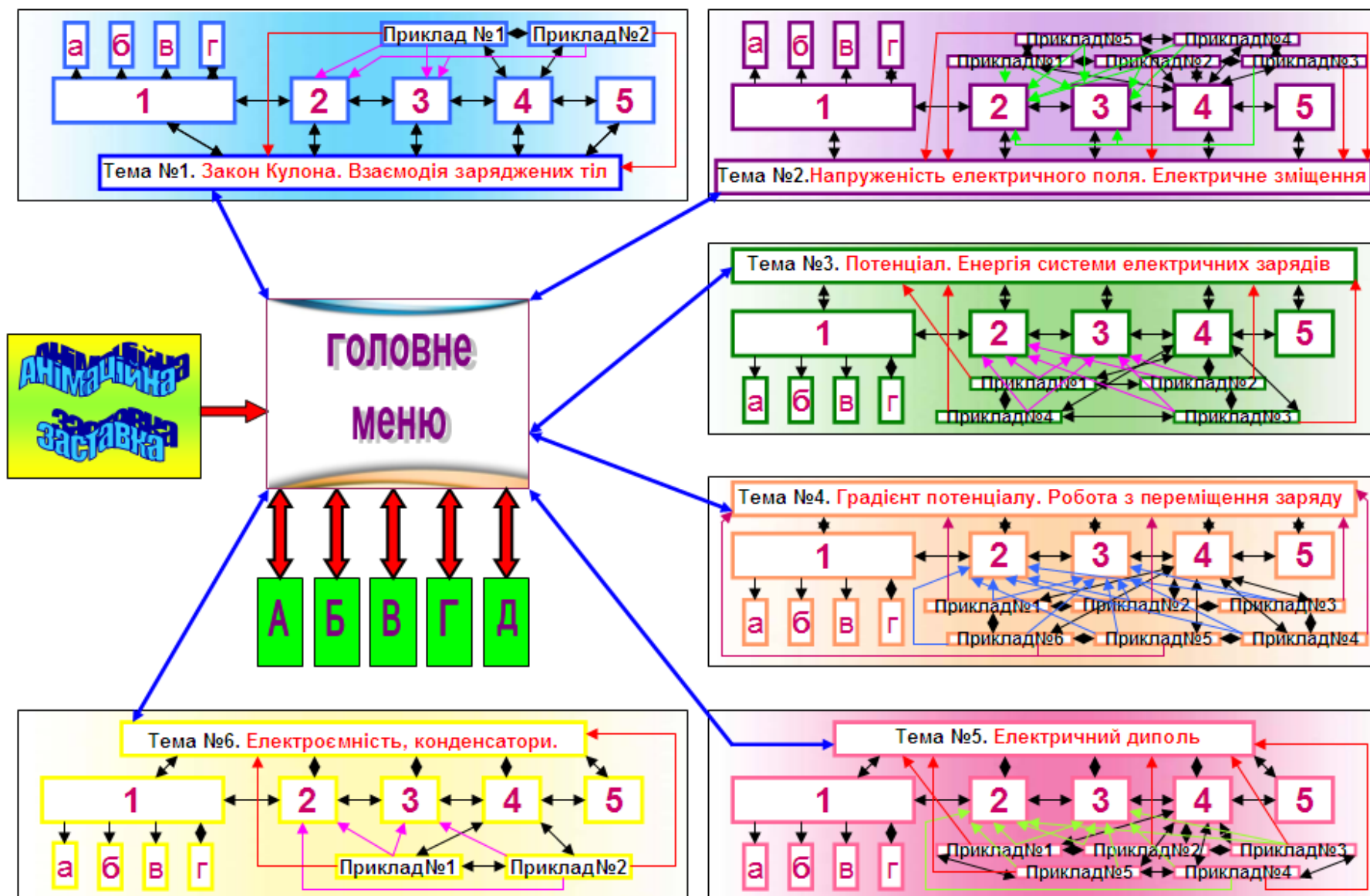


Рис. 2.25. Модель електронного навчального посібника “Розв’язування задач з електростатики”

Електронний навчальний посібник (ЕНП) містить:

- ❖ музичну анімаційну заставку (рис. 2.27);
- ❖ головне меню (рис. 2.26);
- ❖ дидактичний матеріал для проведення практичних занять з основними темами електростатики (перелік тем подано на рис. 2.26):

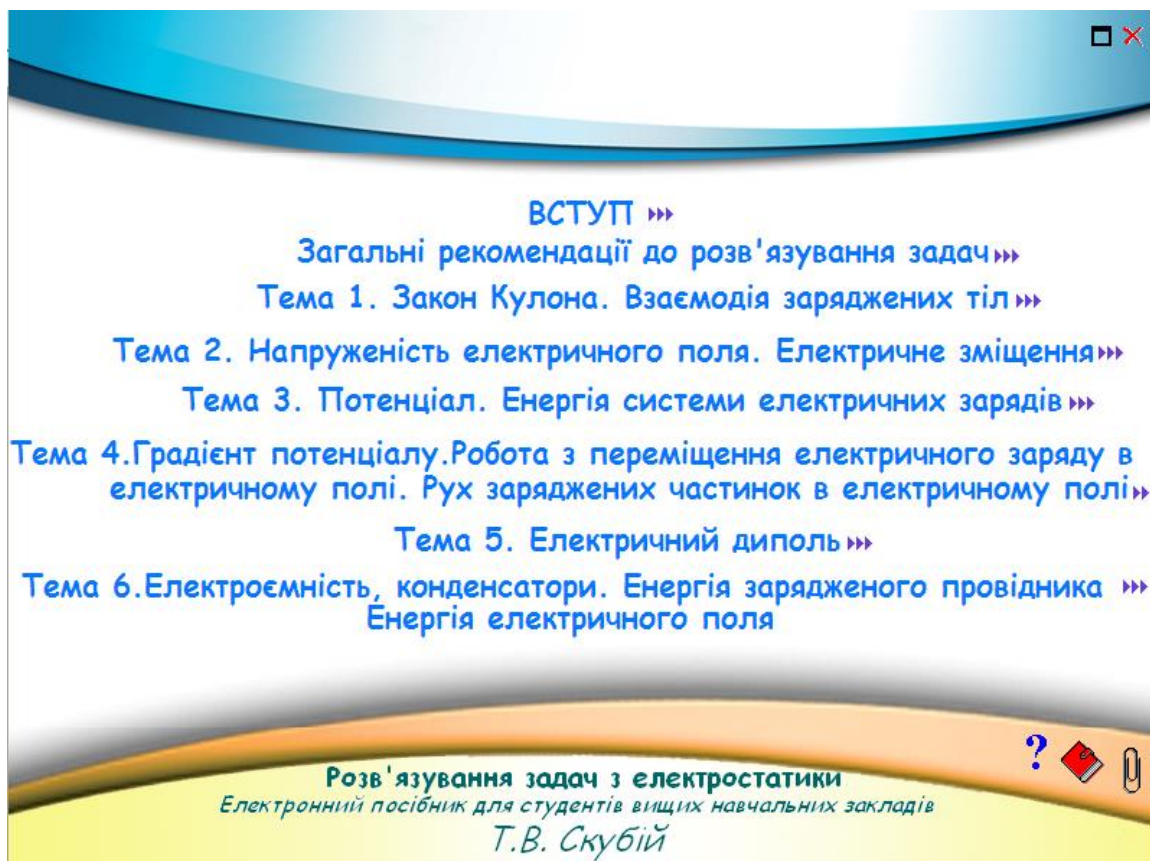



Рис. 2.26. Головне меню ЕНП “Розв’язування задач з електростатики”

Для роботи з ЕНП ми виконували такі операції.


1. Щоб перейти від анімаційної заставки до головного меню треба дочекатися завершення відтворення анімаційної заставки і появи на екрані назви: “Розв’язування задач з електростатики” (рис. 2.27). Потім навести курсор на будь яке місце речення і виконати коротке натиснення лівої клавіші мишки.





Рис. 2.27. Фрагмент анімаційної заставки

Головне меню посібника оформлено у вигляді посилань (див. рис. 2.26), за допомогою яких можна легко перейти до опрацювання кожної *теми* електростатики, а також переглянути: **А** – *вступ* до ЕНП та **Б** – *загальні рекомендації* до розв'язування задач, клацнувши лівою клав'яшею мишки на стрілочках , що знаходяться праворуч кожного пункту меню.

Щоб переглянути:

В – *список використаної літератури*, за допомогою якої складався електронний посібник треба клацнути лівою клав'яшею мишки на мікрограмі  ;

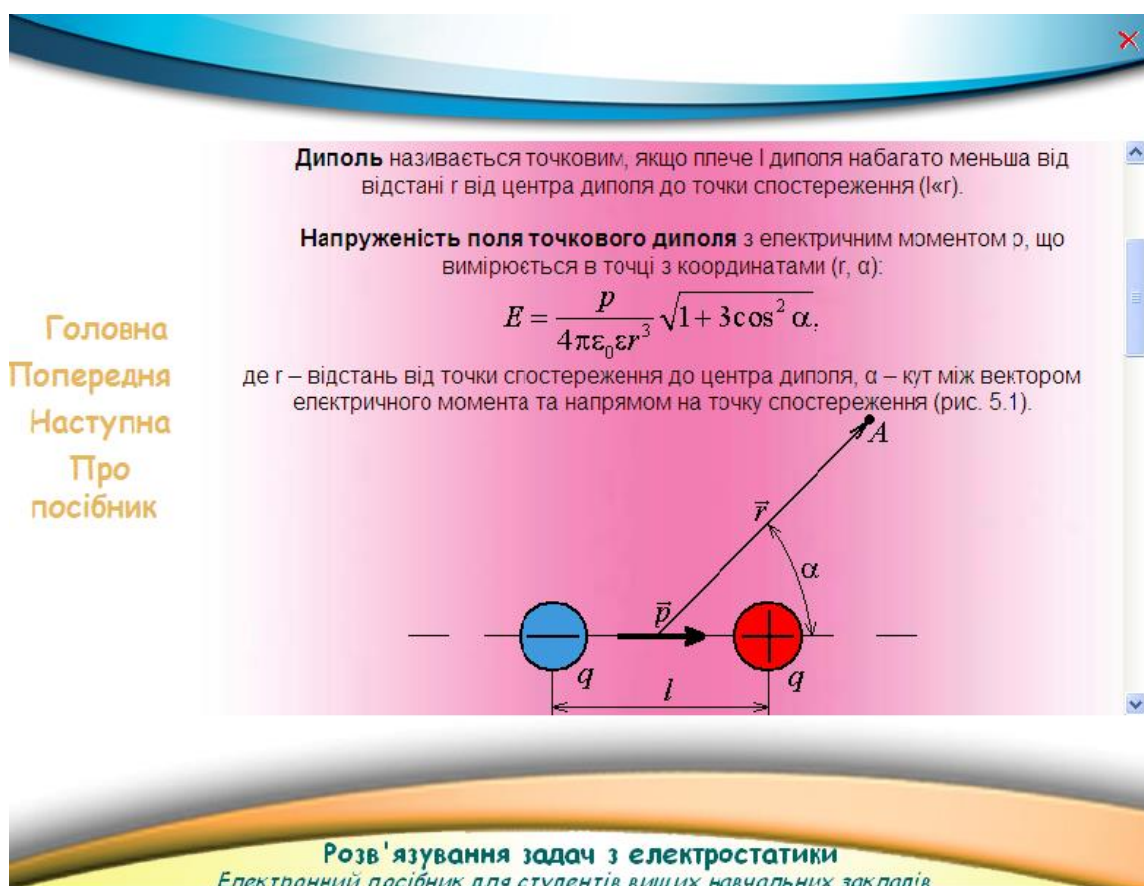
Г – *додатки* (таблиці варіантів домашніх завдань та фізичних величин), треба клацнути лівою клав'яшею мишки на мікрограмі  ;

Д – *настанова користувача* (технічні вимоги, установку та функціональність програми), треба клацнути лівою клав'яшею мишки на мікрограмі .

Для опрацювання кожної теми практичного заняття подано такий *дидактичний матеріал*:

1 - *перелік теоретичних питань*, які повинен опрацювати студент для коригування поетапності вивчення матеріалу та розв'язування задач;

2 - *стислі теоретичні відомості* (рис. 2.28);



Диполь називається точковим, якщо плече l диполя набагато менша від відстані r від центра диполя до точки спостереження ($l \ll r$).

Напруженість поля точкового диполя з електричним моментом p , що вимірюється в точці з координатами (r, α) :

$$E = \frac{p}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^3} \sqrt{1 + 3\cos^2 \alpha},$$

де r – відстань від точки спостереження до центра диполя, α – кут між вектором електричного моменту та напрямом на точку спостереження (рис. 5.1).

Розв'язування задач з електростатики
Електронний посібник для студентів вищих навчальних закладів

Рис. 2.28. Фрагмент стислих теоретичних відомостей

3 - *методичні рекомендації* щодо розв'язування задач, у процесі опрацювання яких програмне забезпечення посібника дає можливість переходити на інші сторінки електронного посібника, де можна знайти формули, визначення, описання методів розв'язування задач тощо, виконавши клацання лівою клав'яшею мишки на *лінках* (підкреслене);

4 - *приклад* розв'язування базових типових задач;

5 - *умови задач для самостійної роботи* різних типів та рівнів складності;

а - *перелік понять, законів, принципів та методів*, необхідних для розв'язування задач;

б - *література для опрацювання*;

в - *номери задач*, які треба розв'язати студентам для засвоєння нормативного рівня знань та формування умінь;

г - *таблиці варіантів домашніх завдань*, використання яких дає можливість виходити на умову та відповідь задачі, номер якої подано в таблиці, клацнувши лівою клавішею мишки на підкресленому номері та слові “відповідь” відповідно (рис. 2.29).

! ТАБЛИЦЯ ВАРІАНТІВ ДОМАШНІХ ЗАВДАНЬ

Варіант 0	3.1	3.15	3.23	<u>4.12</u>	<u>4.20</u>
Варіант 1	3.2	1.14	1.24	<u>4.13</u>	<u>4.21</u>
Варіант 2	3.3	3.13	3.25	<u>4.14</u>	<u>4.22</u>
Варіант 3	3.4	3.12	3.26	<u>4.15</u>	<u>4.23</u>
Варіант 4	3.5	3.21	<u>4.10</u>	<u>4.16</u>	<u>4.24</u>
Варіант 5	3.6	3.20	<u>4.9</u>	<u>4.17</u>	<u>4.25</u>
Варіант 6	3.7	3.19	<u>4.8</u>	<u>4.18</u>	<u>4.26</u>
Варіант 7	3.8	3.18	<u>4.7</u>	<u>4.19</u>	<u>4.27</u>
Варіант 8	3.9	3.17	<u>4.6</u>	<u>4.17</u>	<u>4.28</u>
Варіант 9	3.10	3.16	<u>4.5</u>	<u>4.18</u>	<u>4.29</u>

Головна
Попередня
Наступна
Про посібник

Розв'язування задач з електростатики
Електронний посібник для студентів вищих навчальних закладів

Рис. 2.29. Таблиця варіантів домашніх завдань

2. Щоб перейти до перегляду *прикладів розв'язування базових типових задач*, треба на *сторінці кожної теми* клацнути лівою клавiшею мишки на слові “*приклади*”. Після цього на екрані з'явиться *сторінка з ілюстраціями фізичних моделей*. Обравши фізичну модель, слід клацнути лівою клавiшею мишки на рисунку необхідної моделі (рис. 2.30). Після цього на екрані з'явиться розв'язок задачі.

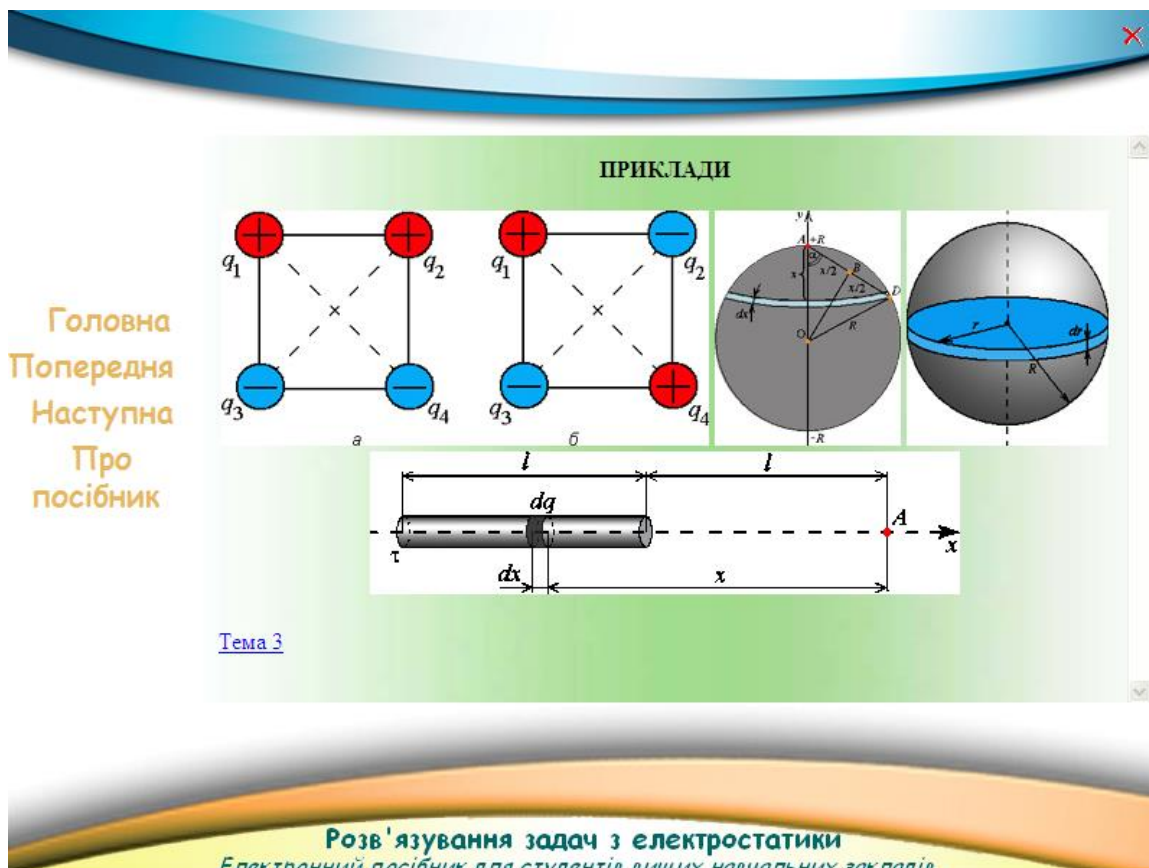


Рис. 2.30. Сторінка з ілюстраціями фізичних моделей до прикладів

Приклади розв'язування задач в ЕНП подано двома способами: *анімаційним* та *статичним*.

1. *Анімаційний спосіб* розкриває динаміку фізичного явища, описаного в умові задачі; репрезентує фізичну модель ситуації; супроводжується математичним описанням розв'язування задачі, числовими розрахунками та/або графічними побудовами. Програмне забезпечення дає можливість зупинити анімацію в будь-яку мить, клацнувши лівою

клавішею мишки на її області. Щоб продовжити перегляд анімації треба клацнути лівою клавішею мишки на значок ►.

2. **Статичний спосіб.** На одній сторінці з анімацією знаходиться й статичне зображення, що ілюструє розв'язування задачі. Для його перегляду треба перегорнути сторінку за допомогою *скролінгу*. Статичний спосіб дає повний розв'язок задачі в традиційному вигляді. Програмне забезпечення дає можливість користувачам переходити на інші сторінки електронного посібника, на яких знаходяться формули, визначення, описання методів розв'язування задач та інше, виконавши клацання лівою клавішею мишки на *лінках* (підкреслене).

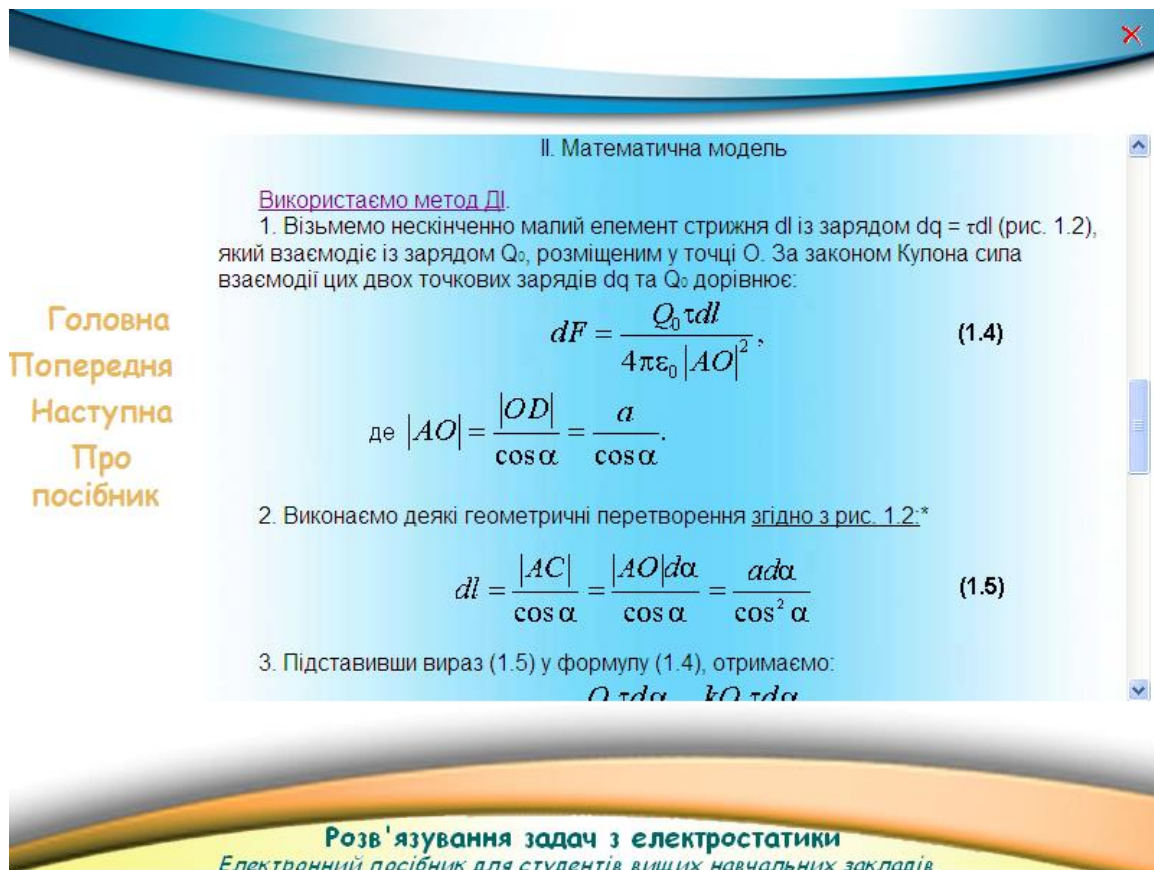


Рис. 2.31. Фрагмент статичного способу розв'язування задачі

На кожній сторінці електронного навчального посібника, ліворуч, розташовано *функціональні кнопки* (рис. 2.31), а саме:

Головна	- для переходу в головне меню з будь якої сторінки посібника;
Попередня	- для повернення на попередню сторінку;
Наступна	- для переходу на наступну сторінку;
Про посібник	- для ознайомлення з відомостями про автора та стислим змістом електронного навчального посібника.

Внизу кожної сторінки дидактичного матеріалу є посилання “*назад*” та “*вперед*”, що дають можливість перейти на попередній та наступний підрозділи теми відповідно.

Використання розробленого нами ЕНП під час проведення практичних занять дало можливість:

- здійснити комп’ютерне моделювання фізичної ситуації, про яку йшла мова в завданні;
- керувати діяльністю студентів в процесі виконання завдань за допомогою евристичних засобів (системою розроблених запитань викладача до студентів);
- керувати покроковим процесом розв’язування задачі;
- побачити на екрані еталонний розв’язок задачі. Розв’язки не всіх задач одразу демонструвалися на екрані, іноді надавалася можливість студентам розв’язати задачу самостійно, а потім звірити їхній варіант розв’язку з еталонним.

Кожне заняття містило порівняно невеликий обсяг навчального матеріалу, що полегшувало роботу з ЕНП, даючи можливість студенту зосередити увагу на конкретній методиці розв’язування задач певної тематики.

Використання ЕНП на практичних заняттях здійснювалося таким чином.


Перший етап – етап ознайомлення з умовою задачі. Короткий запис умови є дуже важливим етапом її формалізації, кодування, створення знакової моделі задачі, формулювання задачі фізичною мовою. На цьому

етапі студенти вивчали умову задачі, яка з'являлася на екрані, уявляли собі явище або процес, описаний в умові задачі. Після ознайомлення з умовою задачі студенти записували скорочену умову за допомогою прийнятих фізичних позначень.

Другий етап – етап аналізу фізичної моделі, тобто всебічний розгляд фізичних явищ і процесів, що мають відношення до задачі.

На цьому етапі на екрані відтворювалася фізична модель ситуації, яка описана в умові задачі. Викладач мав змогу зупиняти анімацію на будь якому етапі, щоб докладно та всебічно розглянути фізичні явища та процеси, про які йде мова в задачі. Саме від такого розгляду залежить успіх застосування задач, як одного з методів навчання фізики.

На цьому етапі увага студентів зверталася на те, щоб визначити початковий та кінцевий стан процесу і параметри, що їх характеризують. Це давало можливість уточнити, довизначити умову задачі, поставити відповідні індекси до буквених позначень тощо.

При натисканні лівою клавішею мишки на мікрограмі  , анімація продовжувалась і студенти мали змогу спостерігати "живі" моделі фізичних явищ, які описано в умові задачі з наступним їх обговоренням і теоретичним аналізом, що викликало у них підвищений інтерес і створювало в аудиторії атмосферу колективної творчості. Спостереження за побудовою фізичної моделі давало змогу:

- а) виділити основні елементи фізичної моделі;
- б) визначити, як змінюється стан об'єктів і що є причинами цих змін;
- в) установити фізичні величини, які можуть характеризувати властивості об'єктів, та умови взаємодії об'єктів.

Третій етап – етап розв'язування задач. Цей етап був ключовим у процесі застосування навчальної задачі. Шляхом обговорення зі студентами умови задачі знаходилися, тобто актуалізувалися закономірності (закони, формули, правила, методи), що описують дане явище або процес.

Четвертий етап – етап здобуття розрахункової формули. На цьому етапі здійснювалася перевірка повноти системи складених рівнянь, тобто відповідності кількості рівнянь числу невідомих, використання даних умови задачі для складання у випадку необхідності додаткових рівнянь, розв’язування системи рівнянь у загальному вигляді, здобуття розрахункової формули. На перших етапах навчання розв’язок задачі з’являвся на екрані, з часом студенти розв’язували задачі самостійно, а потім звіряли свій розв’язок з еталонним, який з’являвся на екрані.

Заключний етап - етап виконання обчислень та отримання значення шуканої величини. Після завершення цього етапу на екрані з’являлись еталонні розрахунки та відповідь для порівняння.

Четвертий і заключний етапи – це етапи усвідомлення співвідношення і відповідності фізичної та математичної моделей явища, розглянутого в задачі [56].

У режимі розв’язування задачі керування самостійною роботою студентів здійснювалось таким чином: викладач керував самостійною роботою студентів за допомогою запитань – “алгоритмічних кроків”. Студентам спочатку надавався час для самостійного виконання певного кроку алгоритму. Після того, як більшість студентів виконувала завдання, викладач відкривав на екрані еталонний опис цього алгоритмічного кроку. Тобто на екран виводилась свого роду “підказка” для тих студентів, які не змогли правильно виконати завдання, а ті студенти, які самостійно розв’язували завдання, мали змогу перевірити його за еталонним розв’язком.

В розробленому нами ЕНП наведено також *таблиці варіантів домашніх завдань*, які ми використовували для проведення аудиторних, самостійних або контрольних робіт студентів.

ЕНП містить: 10 прикладів, що подано анімаційним способом розв’язування задач; 24 приклади — статичним способом; 27 ілюстрацій та 100 сторінок тексту.

Розроблений нами ЕНП використовувався також у системі дистанційного навчання та під час самопідготовки студентів.

Внаслідок практичного застосування ЕНП в навчальному процесі вдалося досягти:

4. Чіткішої організації практичних занять.
5. Анімаційне моделювання фізичних ситуацій, приведених в умові задачі, допомогло студентам повніше та чіткіше зрозуміти умову, та уявити процеси, про які йдеться мова.
6. Студенти мали змогу не тільки ознайомитися з раціональними прийомами розв'язування задач, але й з сучасними інноваційними технологіями навчання.
7. У ЕНП цілеспрямовано демонструвалися основні етапи розв'язку задачі.
8. ЕНП посилював функції безперервного керування навчально-пізнавальною діяльністю студента з боку викладача, що давало можливість реалізувати комп'ютерно орієнтовану технологію навчання фізики.
9. Використання ЕНП в навчальному процесі сприяло зростанню якості навчання, зниженню витрат на організацію та проведення навчальних заходів, переорієнтації навантаження викладачів з рутинної на творчу діяльність.

У наступному параграфі подано описа розроблених завдань для діагностики засвоєних знань та сформованих навичок й умінь студентів розв'язувати задачі з електродинаміки.

2.8. Розроблення та використання завдань для діагностики засвоєних знань та сформованих навичок і умінь студентів розв'язувати задачі з електродинаміки

Контроль засвоєних знань та сформованих навичок і умінь (ЗНУ) студентів є важливою ланкою навчального процесу, від правильної постановки якого залежить успіх навчання. Такий контроль необхідний для своєчасного виявлення утворених “пробілів” в знаннях студентів, помилок в засвоєнні ними понять, законів та теорій, для оцінювання викладачем результатів своєї діяльності, ефективності використаних ним методів та прийомів навчання, внесення в них відповідних коректив тощо [210].

У нашому дослідженні ми виділяли такі *цїлі контролю ЗНУ* студентів:

- ✓ діагностування та коректування ЗНУ студентів (“нульові зрізи”);
- ✓ облік результативності окремого етапу процесу навчання (тематичні самостійні роботи ТСР);
- ✓ визначення підсумкових результатів навчання студентів (контрольні роботи КР, комплексні контрольні роботи ККР).

Проведений нами експеримент передбачав використання таких *функцій контролю ЗНУ студентів* (результати контролю приведено у додатку Б):

- *контролюючу*, яка полягала у виявленні стану ЗНУ студентів, рівня їхнього розумового розвитку, вивченні ступеня засвоєння прийомів, методів та способів розв'язування задач тощо;
- *навчальну* – перевірку й облік в процесі удосконалення ЗНУ студентів (систематизація, розвиток мови та мислення, уваги та пам'яті студентів) тощо;
- *діагностичну* – аналіз помилок в ЗНУ студентів. Результати діагностичних перевірок допомагали вибрати оптимальну методіку навчання та напрямок подальшого удосконалення змісту методів і засобів навчання;

- *прогностичну* – отримання підстави для прогнозу шляху визначеного відрізка навчального процесу (чи досить сформовані ЗНУ студентів для засвоєння наступної теми або розділу);

- *розвивальну* – стимулювання пізнавальної активності студентів та розвитку їх творчих здібностей (нахилів, інтересів, потреб);

- *орієнтувальну* – отримання відомостей про ступінь досягнення мети навчання окремих студентів та групи загалом;

- *виховну* – виховання в студентів відповідального відношення до навчання, дисципліни, охайності, чесності, наполегливості, взаємоповаги тощо.

Контроль ЗНУ студентів був *цілеспрямованим* (чітке визначення мети кожної перевірки), *об'єктивним, всебічним* (охоплення великого за змістом матеріалу, що перевірявся), *регулярним та індивідуальним* (оцінювання ЗНУ кожного студента під час перевірки всіх видів контролю).

Під час експериментального дослідження ми використовували такі *види контролю*:

✓ *вхідний* – діагностика рівня підготовки студентів перед вивченням нової теми;

✓ *поточний* – діагностика рівня засвоєння вивченої окремої теми;

✓ *підсумковий* – діагностика рівня засвоєння ЗНУ окремого розділу у цілому.

На практичних заняттях нами було впроваджено такі *форми педагогічного контролю ЗНУ студентів*:

- “нульовий зріз”, що здійснювався на початку кожного практичного заняття для перевірки рівня засвоєних компетентностей, набутих у школі (приклади наведені у додатку В);
- тематичний контроль (ТСР), який здійснювався після вивчення певної теми навчального матеріалу;
- рубіжний контроль (КР), пов'язаний з перевіркою опанування студентами значної частини навчального курсу (змістовим модулем);

- контроль домашнього завдання по варіантах;
- підсумковий контроль – комплексна контрольна робота (ККР).

Відомо, що знання постійно повинні поповнюватися, щоб на практичному занятті не тільки передавати їх, але й сформувані вміння та потребу у навчанні, користуючись різноманітними підручниками.

Для підвищення ефективності та результативності заняття, перш за все ми намагалися збільшити питому вагу *самостійної роботи* студентів.

Самостійність – це здатність людини без сторонньої допомоги ставити мету, мислити, діяти, орієнтуватися у ситуації тощо. Одним зі шляхів до розвитку *самостійності* є навчання студентів впізнавати в будь-якій ситуації здобуті раніше знання [22].

Для формування у студентів самостійності, ми враховували два пов'язаних між собою *завдання*:

по-перше: розвинути у студентів самостійність в пізнавальній діяльності, навчити їх самостійно опановувати знання, формувати свій світогляд.

по-друге: навчити їх самостійно використовувати здобуті знання на практиці під час розв'язування задач.

Самостійність у студентів ми розвивали постійно, поступово, виконуючи *принципи*, що запропоновані в роботі [161], а саме:

- *принцип обов'язковості* (на кожному занятті студенти самостійно розв'язували задачі на ТСР);
- *принцип легкості* (завдання для ТСР були дібрані таким чином, щоб студенти могли з ними впоратися);
- *принцип постійного навчання новим формам ТСР* (студентам були запропоновані завдання з алгоритмічними кроками їх розв'язку та завдання з пропозицією їх розв'язку за самостійно складеним алгоритмом);
- *принцип цікавості* (студентам були запропоновані різні завдання як за рівнем складності, так і за змістом);

- *принцип використання емоцій* (студенти самостійно діяли та мислили, зазнавали емоційного підйому, радості від перемоги над задачею, а також можливість звірити свій розв'язок з еталонним, який в деяких ситуаціях подавався на екрані в різних кольорах, що приводило до зниження емоційного тиску, який завжди присутній під час проведення будь-якого виду контролю);

- *принцип заохочення* (наприклад, можливість підвищити бали, публічне визнання успішної роботи тощо). На студентів цей принцип діяв позитивно та стимулював у подальшій роботі.

Тематичні самостійні роботи допомагали студентам здобувати знання, сприяли формуванню навичок та умінь розв'язувати задачі. В поняття *тематичності* включалася не тільки підсумкова перевірка знань та сформованих умінь розв'язувати задачі з теми, але й загальна підпорядкованість усієї поточної перевірки знань, контролю за засвоєнням навчального матеріалу теми.

Під ТСР студентів ми розуміли таку роботу, яка виконувалася студентами за завданням та під контролем викладача, але за безпосередньої його участі в ній, у спеціально відведений час. При цьому студенти свідомо досягали поставленої мети, застосовуючи розумові зусилля.

ТСР давали позитивний результат тоді, коли вони були чітко організовані, проводилися систематично.

Під час побудови системи ТСР ми враховували такі *дидактичні вимоги*:

1. Система ТСР сприяла виконанню основних дидактичних завдань – здобуття студентами глибоких та міцних знань, розвитку в них пізнавальних здібностей, формування умінь самостійно здобувати, розширювати та поглиблювати знання, використовувати здобуті знання на практиці під час розв'язування задач.

2. Система ТРС задовольняла основним принципам дидактики: доступності, систематичності, науковості, зв'язку теорії з практикою, творчої активності, ефективності, диференційного підходу до студентів тощо.

3. До системи входили різноманітні за змістом ТСР, які забезпечували формування у студентів навичок та умінь розв'язувати задачі.

4. Послідовність виконання домашніх завдань та ТСР логічно впливала з попередніх та готувала підставу для виконання наступних завдань. Успіх розв'язування цієї задачі залежав не тільки від майстерності викладача, але й від того як він розуміє значення та місце кожної окремої роботи в системі контрольних робіт, у розвитку пізнавальних здібностей студентів, їх мислення та інших якостей.

Тематичні самостійні та контрольні роботи склалися, як правило, у чотирьох або п'яти близьких за змістом варіантах. У кожному варіанті було дві задачі різного типу, наприклад на метод диференціювання та інтегрування (ДІ) і теорему Гаусса, які студент повинен був розв'язати за 45 хвилин. Перша задача була запропонована з використанням розроблених нами алгоритмічних кроків (див. приклади запропонованих ТСР у п. 2.4 та 2.5), а другу студенти повинні були розв'язати за самостійно складеним алгоритмом.

Самостійні домашні завдання склалися за окремими варіантами близькими за змістом. В ці завдання входило, як правило чотири, п'ять або шість задач на закріплення пройденого матеріалу.

Відомо, що розв'язування задач – це один із способів, який дає можливість не тільки визначити рівень знань, але й виробити вміння використовувати здобуті знання на практиці. На всіх рівнях засвоєння знань ми виділяли *чотири види умінь*:

- умінь розпізнавати об'єкти, поняття, факти, закони, моделі;
- умінь діяти за зразком, за відомим алгоритмом або правилом;
- умінь проводити аналіз ситуації, виділяти головне та будувати з освоєних операцій процедури, які дають можливість здобути розв'язок тієї чи іншої задачі;
- умінь та здатність знаходити оригінальні розв'язки.

Подані чотири уміння не суперечили теорії поетапного формування розумових дій, а також допомагали об'єктивно та ефективно оцінювати рівень ЗНУ студентів. Це дало можливість будувати гнучку та динамічну систему контролю ЗНУ.

Під час оцінювання розв'язку фізичних задач, ми звертали увагу на такі *етапи* розв'язування задачі [174]:

1. Фізичний етап (створення ідеальної моделі ситуації).
2. Математичний етап.
3. Етап аналізу.

Оцінювання правильності розв'язку задачі ми починали з перевірки відповіді, оскільки саме відповідь задачі є одним з найголовніших критеріїв в оцінюванні. Однак, якщо відповідь не була правильною, ми не ставили одразу негативну оцінку за результат, а перевіряли увесь розв'язок задачі (усі відповіді на виконання кроків (операцій) наведеного алгоритму). На кожен критерій оцінювання розв'язаної фізичної задачі нами було виділено два ступеня коефіцієнтів: 1 – вимоги критерію повністю дотримані, 0 – вимоги критерію виконані менш ніж на половину.

Основними *критеріями сформованості умінь* студентів розв'язувати фізичні задачі було обрано такі:

- знання основних операцій, з яких складається процес розв'язування задач і уміння їх виконувати;
- засвоєння структури сукупності операцій;
- перенесення засвоєних методів, способів, прийомів та підходу до розв'язування задач з одного розділу на уміння використовувати їх під час розв'язування задач з інших розділів, тем, видів та типів задач.

ТСР та КР досягли ефективності, оскільки вони були одними з складових, органічних елементів навчального процесу, для них передбачався спеціально відведений час на кожному практичному занятті, вони проводилися планомірно та систематично. Аналіз та результати педагогічного експерименту наведено у розділі 3.

Навчити студентів всьому, що необхідно у житті неможливо, але у своєму дослідженні ми намагалися навчити їх самостійно здобувати знання, уміти використовувати їх на практиці під час розв'язування задач, працювати з підручниками тощо.

Дослідження показали, що саме сформовані вміння розв'язувати задачі з електродинаміки допомагали розвинути фізичне та політехнічне мислення студентів, а також сприяли реалізації професійної спрямованості навчання фізики майбутніх фахівців у галузі сучасної техніки. Детальніше це проаналізовано у наступному параграфі.

2.9. Реалізація професійної спрямованості навчання під час розв'язування задач з електродинаміки

В процесі навчання студентів фізики, ми всебічно використовували досягнення науки і техніки; сприяли реалізації професійних знань та формуванню у студентів умінь наводити приклади з сучасних технологій. Останнє ілюструє прояв та застосування явищ та закономірностей, які розглядаються в курсі фізики. Наприклад, в електродинаміці розглядаються поняття і закони, які покладено в основу роботи трансформаторів (явище електромагнітної індукції, правило Ленца, закон електромагнітної індукції, явище самоіндукції, індуктивність, явище взаємної індукції тощо).

Під час проведення дослідження ми виходили з того, що фізичні закономірності є відносно незмінними, але використання їх в технічних об'єктах і самі ці об'єкти змінюються з розвитком виробництва та техніки. Так, закон індукції електричного струму в провідному середовищі при зміні магнітного поля в ньому, відкритий М. Фарадеєм 170 років тому, залишається таким же законом дотепер. Але його застосування в техніці безперервно змінюється, виникають все нові і нові типи генераторів електричного струму, електродвигунів, інших електричних машин та приладів.

Використання прикладів з техніки та технології слугувало також здійсненню одного з завдань політехнічного навчання в процесі вивчення фізики, яке полягає у виробленні уміння переходити від теорії (узагальнення) до практики (конкретного), тобто до реалізації професійної спрямованості навчання фізики.

В науковій літературі [95], з метою реалізації професійної спрямованості, пропонується творче використання системи теоретичних знань з педагогіки, психології, методики викладання фізики, щоб увага студентів акцентувалася на формуванні значущих компонентів майбутньої професійної діяльності.

В процесі навчання студентів фізики найефективніше формувалися такі *компоненти* майбутньої професійної діяльності, як:

- інтерес до інженерної справи та потреба нею займатися;
- цілеспрямованість до оволодіння основами професійної майстерності;
- професійна працездатність;
- прагнення до постійної самоосвіти як майбутнього бакалавра та магістра.

Серед навчальних дисциплін предмети фізико-математичного циклу для майбутнього фахівця взагалі забезпечують найбільші можливості для розвитку творчого мислення. Академік П.Л. Капіца підкреслює: “Найпридатнішими галузями для виховання в молоді загального творчого мислення у природознавстві є математика та фізика” [90]. Але залежно від цілей характер вивчення предмета буде різним.

Сергієнко Л.Г. [176] констатує, що випускники з вищим рівнем знань з фізики, показали вищий рівень професійної підготовки, а в подальшому і ефективної виробничої діяльності.

Про рівень професійної спрямованості навчання фізики можна судити і по тому, наскільки успішно студенти освоюють виробничі питання під час практики. Якщо зміст дисципліни, що вивчається засвоюється з урахуванням того, що знання потрібно використовувати в практичній діяльності, і активні форми навчання направлені на формування деяких професійних умінь, то це

повинно сприяти більшій спрямованості студентів на розв'язування виробничих задач [176, с. 34 – 51].

Формування компонентів майбутньої професійної діяльності у студентів досягалося також під час розв'язування задач. Коли мова йшла про роз'яснення суті фізичного явища, його закономірностей, достатньо було привести приклад з галузі техніки.

В таблиці 2.5 наведено деякі теми з електродинаміки та шляхи їх використання у майбутній професійній діяльності.

Таблиця 2.5

Приклади використання деяких тем з електродинаміки у майбутній професійній діяльності студентів

№	Теми з електродинаміки	Використання їх у майбутній професійній діяльності студентів
1.	Електричні заряди та електричне поле	Запобігання розряду в місцях електризації (бензовози, комбайни, пасові передачі). Приклади провідників і ізоляторів.
2.	Теплова дія електричного струму	Електродні парові котли. Інкубатор. Обігрівання теплиць.
3.	Магнітне поле. Електромагніти	Електромагнітне реле-регулятор на автомобілях. Магнітні пускачі двигунів.
4.	Явище електромагнітної індукції	Індукційна котушка системи запалювання. Генератор електричного струму на автомобілі.
5.	Змінний електричний струм	Генератор змінного струму на тракторі. Автомобільний генератор постійного струму. Електричні трифазні і однофазні двигуни. Трансформатор.

Нами досліджено зв'язок формування професійної спрямованості під час розв'язування задач розділу “Електродинаміка” з викладанням загальнотехнічних та професійних циклів студентам багатьох факультетів Національного технічного університету України (НТУУ “КПІ”) та інших вищих технічних навчальних закладах. Як показали результати проведеного дослідження, такий важливий розділ загальної фізики як “Електродинаміка” значною мірою використовується в багатьох профільюючих дисциплінах. Зокрема, такі розділи, як “Електростатика”, “Постійний електричний струм”, “Електропровідність твердих тіл”, “Магнітне поле”, “Постійне магнітне поле в речовині”, “Електромагнітна індукція”, “Квазістаціонарний струм”, “Електричні коливання”, “Електромагнітне поле” та “Електромагнітні хвилі” є основними темами, які використовуються в більшості дисциплін циклу професійної та практичної підготовки.

В таблиці 2.6 наведено аналіз тем з розділу “Електродинаміка”, що використовуються у спецдисциплінах Приладобудівного факультету НТУУ “КПІ”.

Таблиця 2.6

Аналіз тем з електродинаміки, які використовуються у спецдисциплінах
Приладобудівного факультету НТУУ “КПІ”

№	Назва тем, що використовуються	Назва спецдисциплін			
		Перетворюючі пристрої	Вимірні вальні прилади, пристрої та системи	Фізичні основи ПСОН* та керувань рухом	Перетворюючі прилади пристроїв
1	2	3	4	5	6
1	Електростатика	+	+	+	+
2	Постійний електричний струм	+	+	+	+
3	Електропровідність твердих тіл	+	+	+	+
4	Електричні	–	–	+	+

1	2	3	4	5	6
	явища в контактах				
5	Електричний струм у вакуумі	+	–	–	–
6	Електричний струм у рідинах	+	+	–	–
7	Електричний струм у газах	+	–	–	–
8	Магнітне поле (МП)	+	+	+	+
9	Постійне МП в речовині	–	–	+	+
10	Електромагнітна індукція	+	+	+	+
11	Квазістаціонарний струм	–	+	+	+
12	Електричні коливання	+	–	+	+
13	ЕМП**	+	–	+	+
14	Електромагнітні хвилі	+	+	+	+

ПСОН*– побудова систем орієнтації, навігації; ЕМП**– електромагнітне поле.

Як видно з таблиці 2.6, такі дисципліни як “Перетворюючі пристрої”, “Вимірювальні прилади, пристрої та системи”, “Фізичні основи побудови систем орієнтації, навігації та керувань рухом”, “Перетворюючі прилади пристроїв” використовують не всі теми розділу “Електродинаміка”. В додатках Г, Д, Е, Ж подано структурно-логічні схеми використання тем електродинаміки у вищезазначених дисциплінах.

На старших курсах студенти проводять різноманітні дослідження з приладами, де використовується модуляція електромагнітних полів для градування датчиків кутових швидкостей магнітоіндукційного тахометра. На рис. 2.32 та 2.33 наведено тахометр магнітоіндукційний та датчик частоти обертання магнітоіндукційного тахометра.



Рис. 2.32. Тахометр магніто-індукційний (ТКМ 4000)



Рис. 2.33. Датчик частоти обертання магніто-індукційного тахометру

У додатку 3 наведено міжпредметні зв'язки навчальних матеріалів розділу “Електродинаміка” та дисциплін технічного профілю, які вивчаються студентами на Приладобудівному факультеті НТУУ “КПІ”. З цієї схеми видно, що близько 40 % дисциплін, які вивчають студенти цього факультету, базуються на матеріалі розділу “Електродинаміка”.

Висновки до розділу 2

Впровадження розробленої методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів дало підставу для таких висновків:

1. Основною особливістю методики є те, що у її компонентах (цілях, змісті, методах, засобах тощо) реалізовано принцип професійної спрямованості навчання.

На рис. 2.34 подано модель впливу засобів навчання фізики на реалізацію професійної спрямованості навчання майбутніх фахівців у галузі сучасної техніки.

2. Основними критеріями оцінювання сформованості умінь студентів розв'язувати задачі з електродинаміки, на нашу думку, треба вважати:

- знання основних операцій, з яких складається процес розв'язування задач, і уміння їх виконувати;
- засвоєння структури сукупності операцій;
- перенесення засвоєного методу, способу та прийому розв'язування задач з одного розділу на розв'язування задач по інших розділах та темах.



Рис. 2.34. Модель впливу засобів навчання фізики на реалізацію професійної спрямованості навчання майбутніх фахівців у галузі сучасної техніки

Розділ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

У цьому розділі описано методику проведення педагогічного експерименту, оцінювання й аналізу результатів експериментальної перевірки запропонованої методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів. Подано основні результати експериментального навчання, на підставі яких зроблено висновки про недоліки в засвоєнні навчального матеріалу із загальної фізики за традиційною методикою навчання та головні чинники, що забезпечують надійне оволодіння фізичними знаннями й уміннями на рівні проєктованих результатів усіма студентами завдяки комплексному застосуванню як традиційних, так і інноваційних технологій.

3.1. Організація і методика проведення експериментального навчання

Для перевірки ефективності розробленої нами в межах поставлених завдань дослідження методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів був проведений педагогічний експеримент на базі Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут” (на факультетах: приладобудівному (ПБФ), теплоенергетичному (ТЕФ), біотехнологічному (БТФ), авіа-космічних систем (ФАКС), хіміко-машинобудівному (ХМФ), фізико-математичному (ФМФ) та у механіко-машинобудівному інституті (ММІ)), Національного авіаційного університету, Запорізької державної інженерної академії, Кам'янець-Подільського Національного університету ім. Івана Огієнка (на фізико-математичному факультеті) та Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова (на фізико-математичному факультеті).

Головна мета експерименту полягала в перевірці ефективності та

результативності запропонованої методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів на основі аналізу кількісних і якісних показників навчання в контрольних та експериментальних групах.

Під час проведення педагогічного експерименту передбачалося:

- сформулювати рекомендації для використання розробленої методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів;

- розробити критерії і засоби перевірки засвоєння знань, навичок та умінь студентами;

- розробити експериментальний матеріал для використання його в навчальних програмах;

- провести кількісний та якісний аналіз результатів педагогічного експерименту.

Обґрунтування ефективності педагогічного експерименту у частині систематизації оволодіння студентами розробленої методики на практичних заняттях, удосконалення змісту та форм навчання, розроблення засобів інтенсифікації навчального процесу та комплексу діагностики знань, навичок та умінь здійснювалося за такими *основними принципами*:

- організація експериментально-дослідницького навчання;

- аналіз організаційних, структурних і змістових змін під час проведення практичних занять з електродинаміки та їх впливу на рівень знань та умінь студентів технічних університетів і вплив цих знань та умінь на їх фахову підготовку;

- узагальнення результатів експертного оцінювання ефективності впровадження методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів.

В процесі педагогічного експерименту здійснювалося розроблення системи педагогічного контролю, яка виконувала діагностичну, контрольну, стимулювальну, навчальну, розвивальну і виховну функції. Педагогічний

контроль ґрунтувався на об'єктивних критеріях, був простим, зручним і ефективним. З одного боку, педагогічний контроль визначав стан володіння студентами уміннями розв'язувати задачі з електродинаміки, а з іншого боку результати цього контролю свідчили про ефективність відповідної методики навчання.

Використовувалися такі *види* педагогічного контролю:

- “нульовий зріз”, що здійснювався на початку кожного практичного заняття для перевірки компетентностей набутих у школі;
- тематичний контроль, який здійснювався після вивчення певної теми навчального матеріалу;
- рубіжний контроль, пов'язаний з перевіркою опанування студентами значної частини навчального курсу (змістовим модулем);
- контроль домашнього завдання за варіантами;
- підсумковий контроль – комплексна контрольна робота.

Експериментом було охоплено 850 студентів. Дослідження проводилось протягом 2003 – 2009 рр. При цьому можна виділити три основні етапи педагогічного експерименту: констатувальний (2003 – 2004 рр.), пошуковий (2005 – 2007 рр.), формувальний (2007 – 2009 рр.).

Під час проведення експериментальної роботи були використані такі *методи*: анкетування; спостереження за навчальним процесом та аналіз методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів; дослідне викладання; експертне оцінювання.

Під час спостережень за навчальним процесом виділялися ті або інші сторони навчально-виховного процесу, які вивчалися (наприклад, активність студентів під час розв'язування задач, їх інтерес до навчального матеріалу, якість відповідей: правильність, повнота, усвідомленість та ін.). За результатами цих спостережень і опитувань було встановлено, що найважливішими питаннями у засвоєнні знань та формуванні умінь розв'язувати задачі студенти вважали ті, які пов'язані з диференціюванням та

інтегруванням.

Складними для сприймання студентами були методи розв'язування задач з електродинаміки, а саме метод диференціювання та інтегрування (метод ДІ) і метод Гаусса. Результати констатувального експерименту дали достатньо відомостей про необхідність пошуків ефективних методів підвищення доступності навчального матеріалу.

Під час складання анкет виконувалися основні вимоги до їх змісту, зокрема для підвищення надійності і достовірності опитування до анкети включалося не одне запитання, а група запитань, спрямованих на виявлення думки з приводу певного припущення. Приклад анкети наведено у додатку И.

Під час проведення експерименту, крім спостережень та анкетування, використовувалися: тестовий контроль (“нульовий зріз”), тематичні самостійні (аудиторні та домашні) та контрольні роботи, при складанні яких виділялися елементи знань та умінь, рівні їх засвоєння і добиралися завдання для перевірки.

Тематичні самостійні та контрольні роботи склалися, як правило, у чотирьох або п'яти близьких за змістом варіантах; порівняння результатів виконання завдань цих чотирьох (п'яти) варіантів дозволяло робити висновок про надійність самостійних та контрольних робіт. Самостійні домашні завдання склалися за окремими близькими за змістом варіантами. В ці завдання входило, як правило чотири, п'ять або шість задач на закріплення пройденого матеріалу.

В якості критеріїв оцінювання всіх типів завдань використовувалися обсяг, усвідомлення і міцність знань. Під обсягом знань ми розуміли суму фактів, понять, законів тощо, яку повинні були використати студенти під час розв'язування задач на тематичних самостійних (аудиторних та домашніх) та контрольних роботах. Оцінюючи і вимірюючи обсяг знань, засвоєних студентами, ми використовували еталон знань – сукупність елементів знань, що складали зміст навчального матеріалу для засвоєння.

Усвідомленість знань передбачала уміння застосовувати їх під час

розв'язування задач, правильність і обґрунтованість суджень. Усвідомлення знань та умінь студентами у професійному розумінні (компетентність) встановлювали під час аналізу відповідей до розв'язаних задач в тематичних самостійних (аудиторних та домашніх) та контрольних роботах.

Для кількісного аналізу результатів педагогічного експерименту були використані такі *критерії* та *показники* [206, 211]:

I. Сформованість умінь розв'язувати задачі.

1. Фіксація кількості студентів, які правильно розв'язали той чи інший тип задачі.

2. Фіксація кількості студентів, у яких сформована та чи інша операція:

$$P_{\alpha i} = \frac{\sum_{j=1}^n P_{\alpha j}}{n},$$

де $P_{\alpha i}$ – середній коефіцієнт виконаної α -операції i -им студентом; $P_{\alpha j}$ – коефіцієнт виконаної α -операції j -ого завдання (він може бути або 1, якщо операція виконана, або 0, якщо операція не виконана); n – кількість завдань, яким необхідно виконати операцію. Операція вважається сформованою, якщо $P_{\alpha i} \geq 0,7$ [18].

3. Коефіцієнт сформованості операцій:

$$P_{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{\alpha i}}{N},$$

де P_{α} – середній коефіцієнт виконаної α операції всією групою; N – кількість студентів, що виконували роботу.

4. Коефіцієнт засвоєння розв'язку фізичних задач:

$$K = \frac{\sum_{\alpha=1}^C P_{\alpha}}{C},$$

де C – максимальна кількість операцій, що виконувалися в тематичній самостійній або контрольній роботі.

II. Ефективність розробленої методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів.

Коефіцієнт ефективності формування умінь розв'язувати задачі:

$$h_k = \frac{K_E}{K_K}.$$

Експеримент мав порівнювальний характер і проводився у контрольних та експериментальних групах.

Під час проведення порівнювального експерименту виявлялася відмінність між показниками ефективності навчання студентів контрольних та експериментальних груп і оцінювалася значущість різниці цих показників за допомогою квадрату коефіцієнта кореляції Пірсона " χ^2 ". Статистична гіпотеза про невинновість відмінностей у результатах відповідей на запитання перевірялася на рівні значущості $\alpha = 0,05$.

У всіх випадках результати утворювали дві сукупності (контрольна і експериментальна групи) та давали змогу порівнювати якість знань студентів, що склали ці сукупності.

Аналіз причин значних відмінностей рангових показників вказував на недостатній рівень методичних засобів під час проведення практичних занять та під час самопідготовки студентів вдома.

3.2. Констатувальний експеримент

Для виявлення рівня підготовки студентів розв'язувати задачі на практичних заняттях із застосуванням системного підходу до розв'язування проблеми дослідження, проведений констатувальний експеримент в технічних, педагогічних та класичних університетах, а також проаналізовані результати педагогічного експерименту, наведені в інших дослідженнях з цієї проблеми [5, 19, 64, 103, 125, 129, 141, 149, 173, 200, 204, 205].

У процесі констатувального експерименту виявлено:

1. Стан проблеми методики навчання розв'язуванню задач з фізики.
2. Наскільки існуюча методики сприяє якісному розумінню студентами методів, способів та прийомів розв'язування фізичних задач.

3. Недоліки традиційної методики навчання розв'язуванню задач з фізики в технічних університетах.

При цьому використовувалися такі методи дослідження: педагогічні спостереження, усне опитування студентів з метою виявлення рівня знань, навичок та умінь, які вони використовують під час розв'язування задач з фізики; аналіз результатів тестування, самостійних та контрольних робіт (СР, КР).

На цьому етапі в експерименті брали участь студенти інженерних та фізичних спеціальностей Національного технічного університету України "КПІ" (всього 100 студентів), а також Національного авіаційного університету та Запорізької державної інженерної академії, НПУ ім. М.П. Драгоманова тощо.

Дослідження рівня підготовки студентів здійснювалось шляхом аналізу результатів усного опитування, тестування, самостійних та контрольних робіт, які визначали їх рівень володіння основними фізичними поняттями, а також ЗНУ розв'язувати задачі.

В табл. 3.1 подано розподіл суб'єктів навчання за успішністю у розв'язуванні базових задач різних типів з курсу загальної фізики.

Таблиця 3.1

Розподіл суб'єктів навчання (у %) за успішністю у розв'язуванні базових задач різних типів з курсу загальної фізики

№ СР	Тема СР	Кількість студентів	Задача достатньої складності (I тип)	Задача на метод диференціювання та інтегрування (II тип)	Задача на метод Гаусса (III тип)
1	2	3	4	5	6
1	Кінематика	100	55,0	–	–
2	Динаміка	97	52,6	12,5	–
3	Молекулярна фізика	100	61,0	–	–
4	Термодинаміка	90	46,0	–	–
5	Електростатика	95	36,0	11,0	7,0

6	Постійний струм	100	42,3	12,0	–
7	Магнетизм	100	54,0	5,0	6,7
	Середнє значення	98	49,5	6,0	2,0

З цієї таблиці бачимо, що найбільші труднощі студенти мали під час розв'язування задач з електродинаміки на II (на метод диференціювання та інтегрування) та III (на метод Гаусса) типи.

Графічно розподіл суб'єктів навчання за успішністю у розв'язуванні задач подано на рис. 3.1.

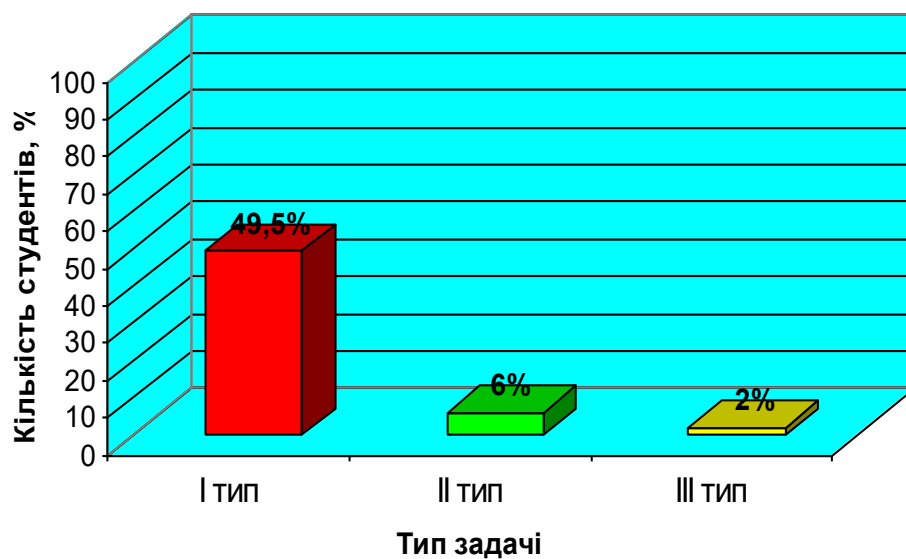


Рис. 3.1. Розподіл студентів за засвоєнням знань, навичок та умінь розв'язувати задачі різних типів (I тип – достатньої складності, II тип – метод диференціювання та інтегрування, III тип – метод Гаусса)

У результаті констатувального експерименту нами встановлено:

- серед студентів досить багато таких, які мають недостатній рівень підготовки з фізики;
- уміння розв'язувати задачі у більшості студентів сформовані на рівні формального застосування відомих алгоритмів;
- рівень володіння методикою розв'язування задач у більшості студентів під час навчання майже не зростає;
- більшість студентів взагалі не уявляли, як уміння розв'язувати задачі

з електродинаміки допоможуть у майбутній професійній діяльності.

Ці результати дали можливість зробити висновок про необхідність цілеспрямованого формування у студентів умінь розв'язувати задачі з електродинаміки, яке привело до посилення професійної спрямованості навчання майбутніх фахівців у галузі сучасної техніки. Цей процес включав в себе формування широкого фізичного кругозору, оволодіння традиційними методами розв'язування задач і новими технологіями навчання на практичних заняттях.

Однак, будь-яке реформування фізичної освіти варто психолого-педагогічно обґрунтувати; випробувати межі змін і перетворень загальнорозвиткових і здібнісних особливостей студентів у процесі навчання.

Дослідно-експериментальне обґрунтування концептуальних положень дослідження виконувалося на базі Національного технічного університету України “КПІ” відповідно до вимог логіки, послідовності та наступності.

Для визначення змісту професійно спрямованого матеріалу і місця його вивчення в розділі “Електродинаміка” проводився аналіз змісту професійно-орієнтованих дисциплін різних факультетів. Результати аналізу дисциплін для студентів Приладобудівного факультету приведені у розділі 2, п. 2.9.

Розроблення і впровадження сучасної методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів проводилося на основі інтеграції нових інформаційних технологій і класичних засобів навчання (див. розділ 2).

3.3. Пошуковий етап експерименту

Під час констатувального експерименту обґрунтовано актуальність теми дослідження (див. п. 3. 2).

Завдання пошукового етапу експерименту полягали у встановленні напрямів удосконалення змісту і структури практичних занять з

електродинаміки та створенні методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів в умовах сучасної парадигми освіти. Досліджувались можливості впровадження технології цілеспрямованого формування умінь студентів розв'язувати задачі з електродинаміки. В пошуковому режимі вивчалися питання, пов'язані з різними чинниками впливу освітнього середовища (тематичні тестові завдання; тематичні самостійні роботи, контрольні роботи тощо) на прогнозовану результативність умінь розв'язувати задачі.

Для оволодіння методами розв'язування задач нами було запропоновано використання методологічного типу навчання, що передбачає перехід від передачі студентам відомостей в готовому вигляді, до цільового керування самостійною пізнавальною діяльністю суб'єктів навчання.

З цією метою було розроблено навчально-дидактичний матеріал: навчальний посібник "Розв'язування задач з електростатики" та електронний навчальний посібник "Розв'язування задач з електростатики" [174, 194], зміст яких направлений на розвиток та формування умінь студентів розв'язувати задачі.

Одним з результатів цього етапу став висновок про необхідність побудови методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів, яка б ґрунтувалася на використанні нових і традиційних засобах навчання. На цій основі було сформульовано наукову гіпотезу дослідження, розроблено програму дослідження, спрямованого на перевірку гіпотези, визначено об'єкт, предмет, мету і завдання дослідження.

Для створення відповідної методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів нами було визначено її компоненти: цілі і завдання, зміст, організаційні форми, методи і засоби навчання. Це було зроблено на підставі аналізу існуючих освітніх стандартів, програм із загальної фізики, розроблення та впровадження інноваційних технологій під час розв'язування задач з

електродинаміки. В результаті були визначені основні вимоги до формування умінь у студентів щодо розв'язування задач за критеріями організаторських, комунікативних, академічних, перцептивних, мовленєвих, дидактичних здібностей та нахилів до наукової діяльності і творчості, соціальна активність, самооцінка, професійна спрямованість. На основі вимог виділено зміст основних компонентів методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів.

З метою визначення структури практичних занять з електродинаміки було проаналізовано існуючі підручники та посібники з цієї дисципліни для вищих технічних навчальних закладів. Модульно-рейтинговий принцип навчання зумовив реформування і методики навчання фізики.

Зокрема, складаючи план проведення практичних занять ми використовували такі *принципи*:

- ✓ принцип системності;
- ✓ принцип генералізації навчального матеріалу;
- ✓ принцип індивідуалізації (врахування особистих якостей суб'єктів навчання, можливостей та творчих здібностей, оптимізму);
- ✓ принцип естетичності (гармонії, простоти, краси).

На основі розробленої нами методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів впроваджувалося модульне та особистісно орієнтоване навчання з використанням нових та вдосконалених засобів навчання, які випробувалися на практичних заняттях. Випробування проводились за такими параметрами: наочність, зручність у користуванні, надійність у роботі, відповідність сучасним вимогам дидактики.

На основі контрольного хронометражу нами встановлено раціональний обсяг завдань, досягнуто необхідного мінімуму затрат часу на всіх етапах їх виконання. Це знайшло відображення у розроблених тематичних самостійних роботах, контрольних роботах тощо.

У ході експерименту було виявлено, що студенти зазнавали труднощів

під час виконання деяких завдань. Це пов'язано з тим, що вони мали різний вхідний рівень знань набутих у загальноосвітніх навчальних закладах, а також з існуванням психолого-педагогічних проблем, зокрема адаптації до нових умов тощо. Вхідний рівень знань вимірювався нами за допомогою тестування (“нульового зрізу”) (див. приклади тестів вхідного контролю у додатку В). Далі здійснювалося вирівнювання рівня знань навичок та умінь за допомогою розробленої дисертантом методики формування умінь щодо розв'язування задач у студентів технічних університетів.

У результаті виконання завдань пошукового експерименту підтверджено правильність ідей і положень, які покладені в основу методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки, що приводило до посилення професійної спрямованості навчання майбутніх фахівців у галузі сучасної техніки.

Практичними підсумками цього етапу педагогічного експерименту були комплексне використання нових інформаційних технологій та традиційних засобів навчання на практичних заняттях з електродинаміки (аналіз перевірки ефективності запропонованої методики представлено у додатку К); комп'ютерний практикум розв'язування задач з електростатики та методичні рекомендації щодо його використання; розроблені алгоритми типових базових задач з електродинаміки на метод диференціювання та інтегрування, а також метод Гаусса; навчальний посібник “Розв'язування задач з електростатики”; методичні рекомендації та операційні навички до кожної теми посібника; “Електронний навчальний посібник” та настанова користувачеві посібника.

Досягнутий результат первинного засвоєння навчального матеріалу за умови належних цільових настанов і технологічних упроваджень (алгоритмічного та ін. підходів до формування умінь розв'язувати фізичні задачі) сприяв забезпеченню якості знань та умінь студентів щодо розв'язування задач з електродинаміки.

3.4. Формувальний педагогічний експеримент

На третьому етапі проведено формувальний експеримент, під час якого перевірялася концепція навчання, що ґрунтується на принципі інтеграції фундаментальності та професійної спрямованості навчання загальної фізики. На цьому етапі було сформульовано концептуальні основи дослідження, які реалізовано у навчальних посібниках [174, 194].

Формувальний експеримент проводився з метою вивчення можливостей використання, переваг та недоліків створеного навчально-методичного комплексу в умовах експериментального навчання та апробації розробленої методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки в умовах технічних, класичних та інших університетів. На основі співпраці з викладачами фізики технічних, класичних та інших університетів, на базі яких проводився педагогічний експеримент, опубліковано ряд праць [51, 175, 180, 182, 185, 191 – 193, 195].

На цьому етапі педагогічного експерименту передбачалося:

- виявити методичні засади організації продуктивної навчально-пізнавальної діяльності студентів;
- удосконалити структуру практичних занять з врахуванням можливостей використання нових технологій навчання;
- перевірити ефективність використання нових технологій під час розв'язування задач з електродинаміки;
- провести якісний і кількісний аналіз результатів педагогічного експерименту.

Для перевірки обґрунтування розробленої методики формування умінь у студентів щодо розв'язування задач з електродинаміки та визначення коефіцієнтів сформованості тих чи інших кроків під час розв'язування задач протягом всіх експериментальних досліджень, студентам було запропоновано виконання шістьох тематичних самостійних робіт та двох контрольних робіт. Майже в кожній тематичній самостійній роботі було

подано задачі двох типів (І тип – на метод диференціювання та інтегрування (ДІ), ІІ тип – на теорему Гаусса) див. табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Розподіл типів задач за ТСР

№	Тема самостійної роботи	І тип	ІІ тип
1	Закон Кулона. Взаємодія точкового заряду з зарядом, рівномірно розподіленим по тілу	+	–
2	Напруженість електричного поля	+	+
3	Потенціал електричного поля	+	–
4	Градiєнт потенціалу. Робота з переміщення заряду в електричному полі	+	+
5	Магнітне поле постійного струму. Закон Біо-Савара-Лапласа	+	–
6	Закон повного струму. Магнітний потік, магнітні кола	+	+

До кожної тематичної самостійної роботи входило чотири (п'ять) варіантів завдань. У кожному варіанті було дві задачі різного типу, які студент повинен був розв'язати за 45 хвилин. Перша задача була запропонована з алгоритмічними кроками, а другу студенти повинні були розв'язати за самостійно складеним алгоритмом.

Розподіл успішності розв'язування кожної задачі в кожній тематичній самостійній роботі відображено в табл. 3.3 та на рис. 3.2.

Таблиця 3.3

Розподіл студентів (у %) за успішністю у розв'язуванні задач
різних типів

№	Тема самостійної роботи	Кількість студентів	№ завдання	Кількість студентів, що розв'язали задачу, %	Кількість студентів, що розв'язали задачу з помилкою, %	Кількість студентів, що не розв'язали задачу, %
1	Закон Кулона. Взаємодія заряджених тіл	110	1	65	23	12
			2	48	15	37
2	Напруженість електричного поля	100	1	54	19	27
			2	50	0	50
3	Потенціал електричного поля	100	1	70	8	22
			2	64	13	23
4	Градiєнт потенціалу. Робота з переміщення заряду в електричному полі	110	1	68	18	14
			2	56	0	44
5	Магнітне поле постійного струму. Закон Біо-Савара-Лапласа	110	1	59	22	19
			2	57	17	26
6	Закон повного струму. Магнітний потік. Магнітні кола	100	1	63	15	22
			2	49	21	30

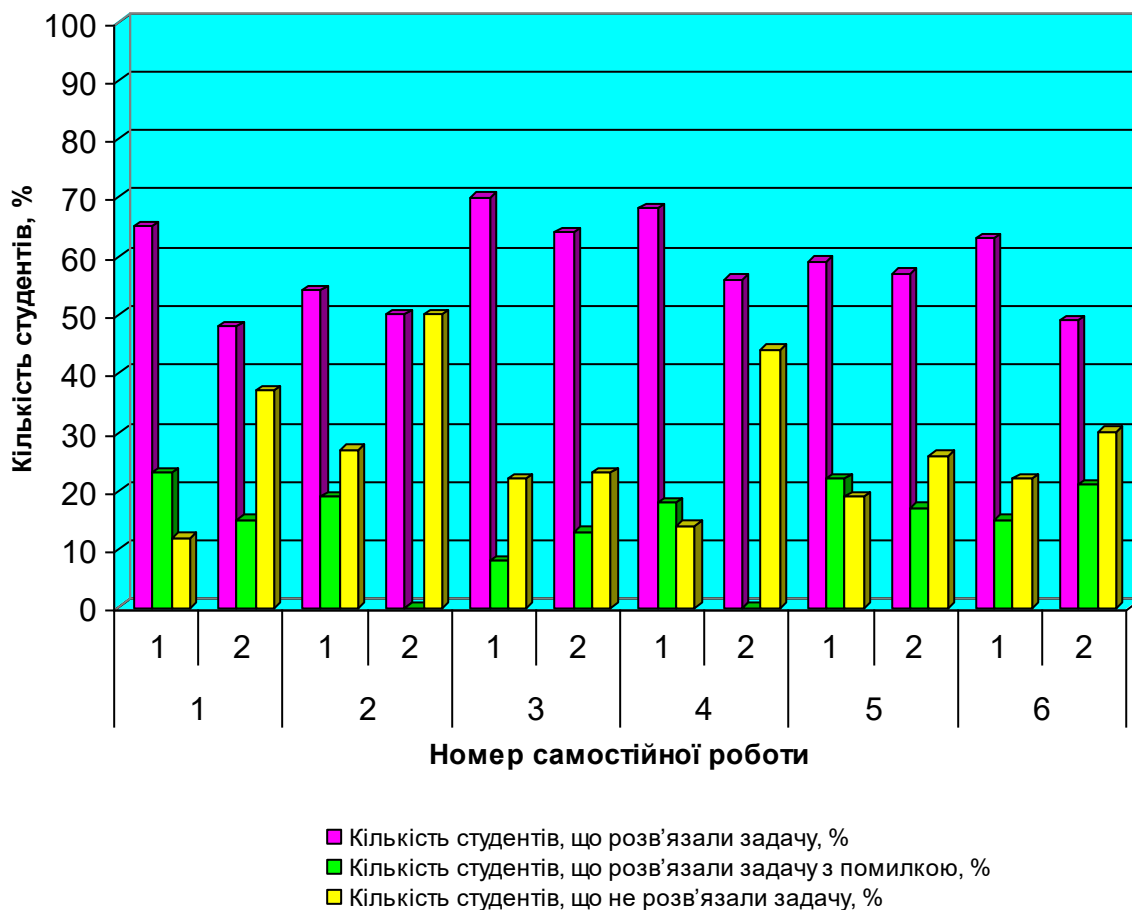


Рис. 3.2. Результати розподілу студентів за успішністю у розв’язуванні задач різних типів

Вважалося завдання розв’язане правильним, якщо студенти правильно та послідовно виконували кроки алгоритму, використовуючи той чи інший метод (максимальний бал за правильно розв’язану задачу – 2,5). Завдання вважалося розв’язане з помилкою, якщо у відповіді була порушена логіка розв’язку, частіше за все математичного характеру (половина від максимального балу, того чи іншого типу задачі). Завдання вважалося не розв’язаним, якщо студент не зміг знайти зв’язок між поняттями, тобто не зміг виконати завдання (нуль балів).

Перевірка сформованості умінь та навичок під час розв’язування задач з електродинаміки проводилася за допомогою поопераційного (покрокового) аналізу.

Для цього, після кожної тематичної самостійної роботи (ТСР) по кожному завданню фіксувалося виконання операцій, а результати заносилися до таблиць, приклади яких подано у додатку Б.

Дослідження в контрольних та експериментальних групах за процесом розв'язування задач показали, що виконання тих чи інших операцій (кроків) у суб'єктів навчання мали ті чи інші труднощі. Так, наприклад, скорочений запис умови задачі викликав у студентів найменші труднощі, а розв'язування задачі у загальному вигляді – найбільші.

Сформованість тих чи інших операцій за кількістю студентів у експериментальних та контрольних групах показано в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Результати розподілу студентів (у %) в експериментальних та контрольних групах за сформованістю основних операцій

№ ТСР	Групи	Кількість студентів (у %), у яких сформована операція									
		p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉	p ₁₀
1	К	90	82	54	59	60	38	40	33	37	10
	Е	82	80	50	65	68	39	43	38	45	13
2	К	86	83	45	55	56	29	32	35	33	16
	Е	85	80	52	57	60	40	45	38	40	28
3	К	87	86	44	54	55	32	39	40	42	20
	Е	90	90	60	65	65	46	50	51	55	25
4	К	85	75	25	54	54	52	54	40	39	12
	Е	90	86	45	62	65	65	70	45	56	31
5	К	80	86	40	53	56	39	42	54	53	14
	Е	90	94	63	65	67	66	65	70	65	26
6	К	79	85	52	45	58	57	55	51	45	35
	Е	95	98	81	69	75	73	75	72	64	51

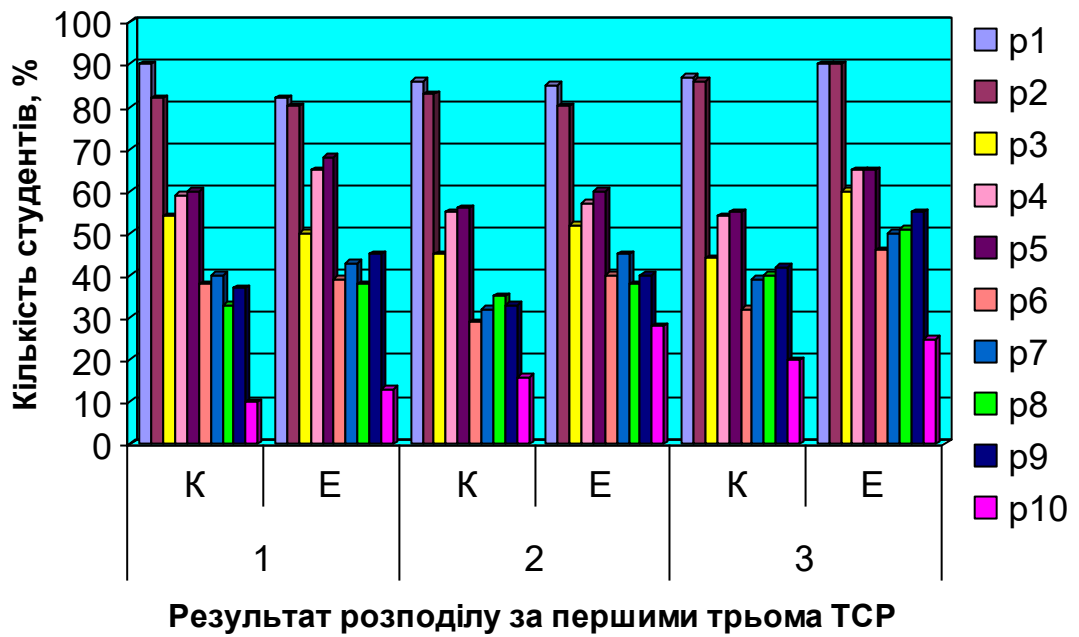


Рис. 3.3. Результат розподілу студентів в експериментальних та контрольних групах за сформованістю основних операцій

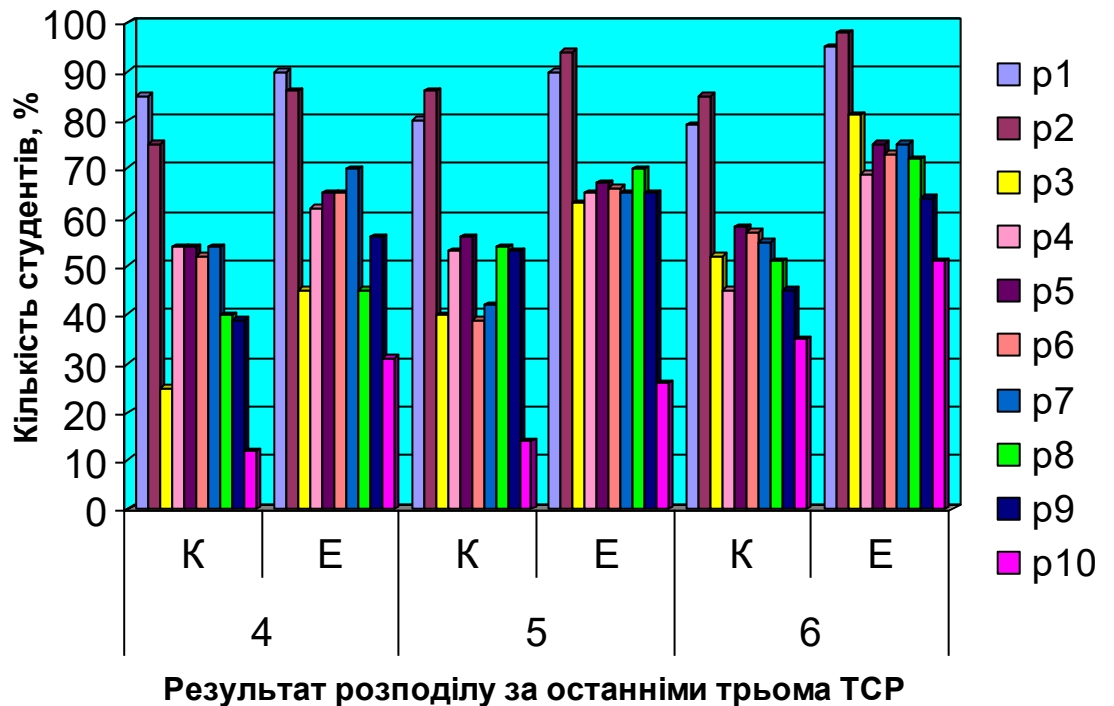


Рис. 3.4. Результат розподілу студентів в експериментальних та контрольних групах за сформованістю основних операцій

З отриманого розподілу (рис. 3.3, 3.4) бачимо, що при формуванні умінь у студентів розв'язувати задачі, формуються в першу чергу ті операції (кроки), які присутні в завданнях обох типів ($p_1, p_2, p_3, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9$). Це пов'язано з тим, що основний внесок у зростання кількості студентів зі сформованими кроками вносили експериментальні групи.

Аналіз здобутих результатів показав:

- на початку формування умінь у студентів розв'язувати задачі між контрольними та експериментальними групами не було ніякої різниці;
- наприкінці пошукового експерименту з'явилася невеличка різниця між експериментальними та контрольними групами, незважаючи на те, що запропонована методика використовувалася на практичних заняттях епізодично;
- наприкінці формувального експерименту різниця між експериментальними та контрольними групами стали значущими, що вказує на ефективність запропонованої методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів;
- кількість студентів в експериментальних групах, у яких сформовані майже всі операції (кроки) під час розв'язування задач різних типів, становила 70 %, що свідчить про ефективність процесу саморегуляції в цих групах під час виконання операцій (кроків) алгоритму завдання.

Для визначення динаміки сформованості кожної операції в контрольних та експериментальних групах були розраховані коефіцієнти сформованості операції P_α за результатами кожної тематичної самостійної роботи (ТСР). Динаміка коефіцієнта сформованості основних операцій після кожної ТСР подана у табл. 3.5 та на рис. 3.5 – 3.14.

Динаміка коефіцієнта сформованості операцій в контрольних та
експериментальних групах

№ ТСП	Групи	Коефіцієнт сформованості P_{α} операції									
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
1	К	0,82	0,75	0,49	0,54	0,54	0,35	0,36	0,30	0,34	0,10
	Е	0,75	0,73	0,45	0,59	0,62	0,35	0,39	0,35	0,40	0,12
2	К	0,78	0,75	0,40	0,50	0,50	0,26	0,29	0,32	0,30	0,14
	Е	0,77	0,73	0,47	0,52	0,55	0,36	0,40	0,35	0,36	0,25
3	К	0,80	0,78	0,40	0,49	0,50	0,29	0,35	0,36	0,38	0,18
	Е	0,81	0,81	0,54	0,59	0,59	0,42	0,45	0,46	0,50	0,22
4	К	0,77	0,68	0,23	0,49	0,49	0,47	0,49	0,36	0,35	0,11
	Е	0,82	0,78	0,40	0,56	0,59	0,59	0,63	0,40	0,50	0,28
5	К	0,73	0,78	0,36	0,48	0,50	0,35	0,38	0,49	0,48	0,13
	Е	0,82	0,85	0,67	0,59	0,61	0,60	0,59	0,63	0,59	0,24
6	К	0,72	0,77	0,47	0,40	0,52	0,52	0,50	0,46	0,41	0,32
	Е	0,86	0,89	0,73	0,72	0,67	0,76	0,69	0,75	0,70	0,56

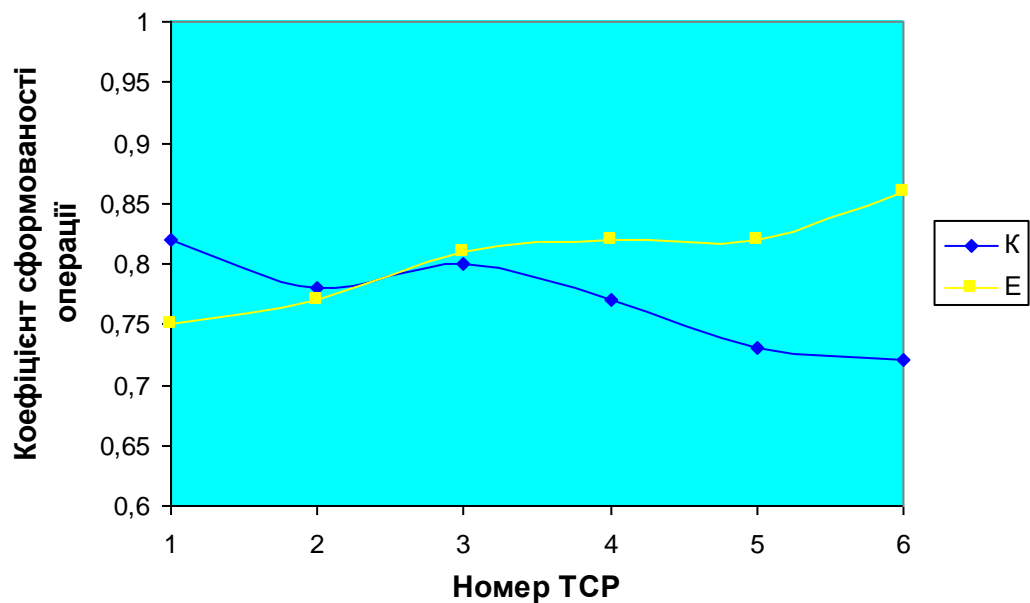


Рис. 3.5. Динаміка коефіцієнта сформованості 1 – ої операції
(скорочений запис умови задачі)

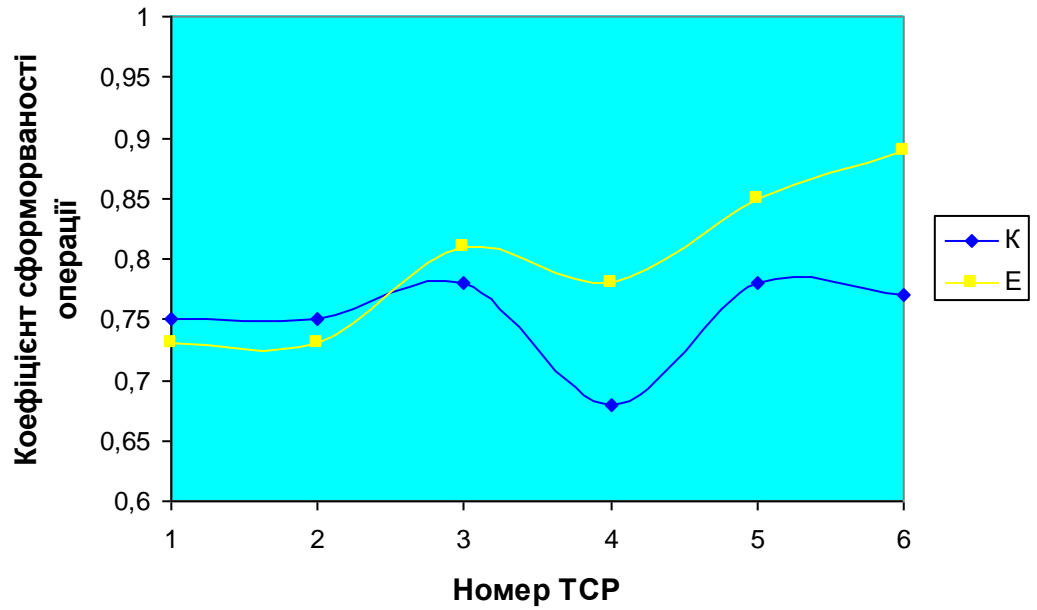


Рис. 3.6. Динаміка коефіцієнта сформованості 2 – ої операції (перехід у СІ та навпаки)

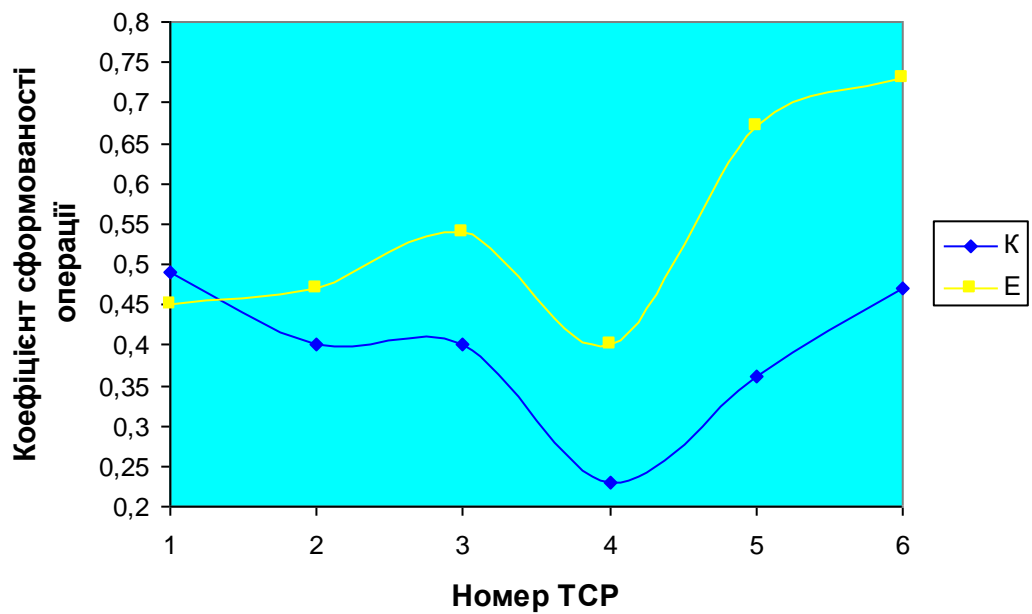


Рис. 3.7. Динаміка коефіцієнта сформованості 3 – ої операції (зображення фізичної моделі ситуації)

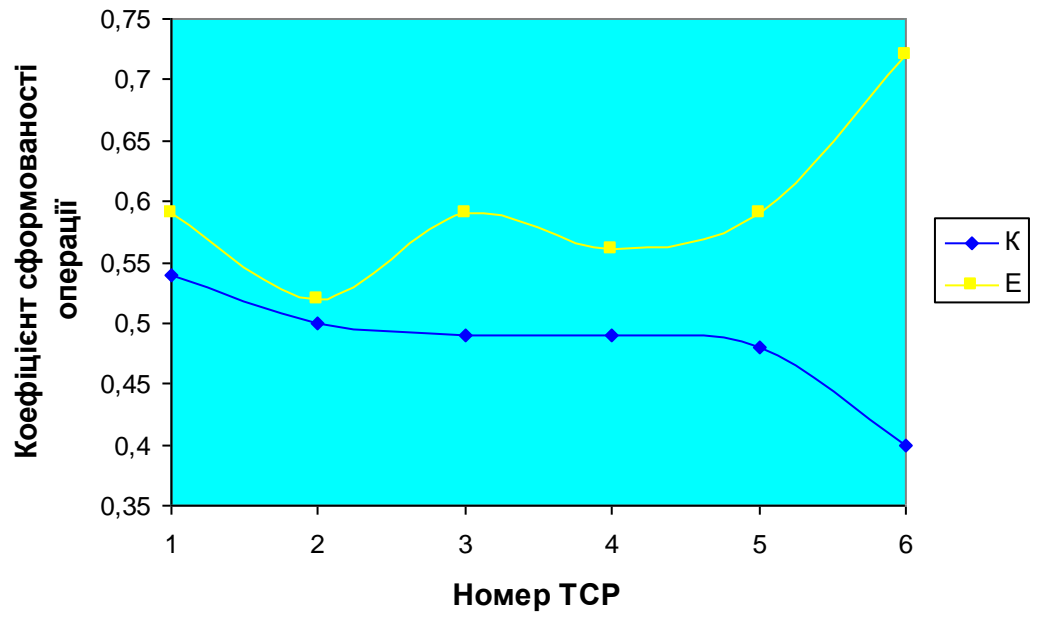


Рис. 3.8. Динаміка коефіцієнта сформованості 4 – ої операції (використання відповідного методу)

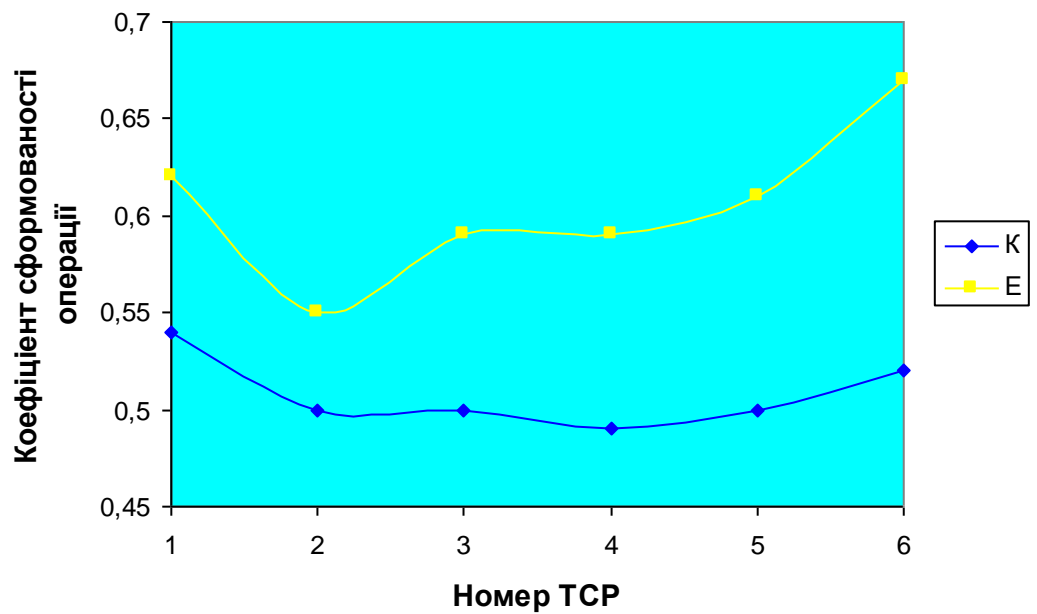


Рис. 3.9. Динаміка коефіцієнта сформованості 5 – ої операції (запис основного рівняння)

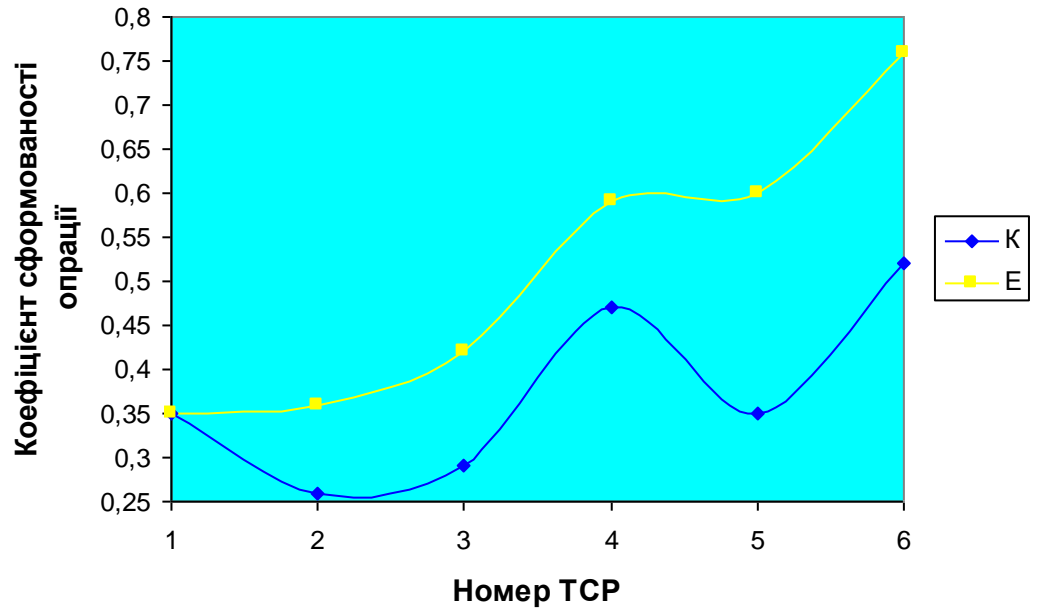


Рис. 3.10. Динаміка коефіцієнта сформованості 6 – ої операції (запис додаткових рівнянь)

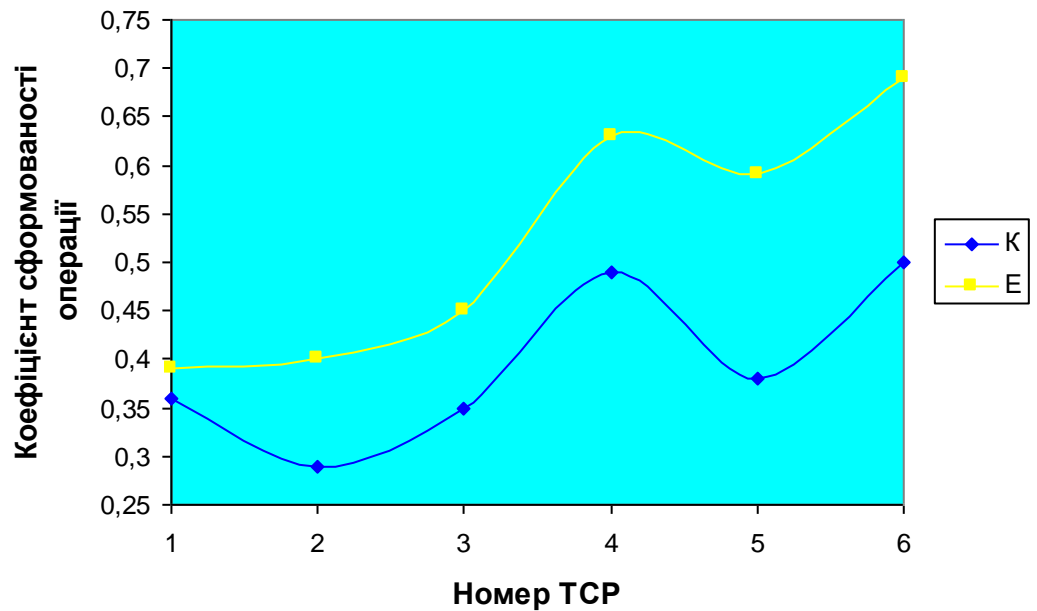


Рис. 3.11. Динаміка коефіцієнта сформованості 7 – ої операції (отримання розв'язку у загальному вигляді)

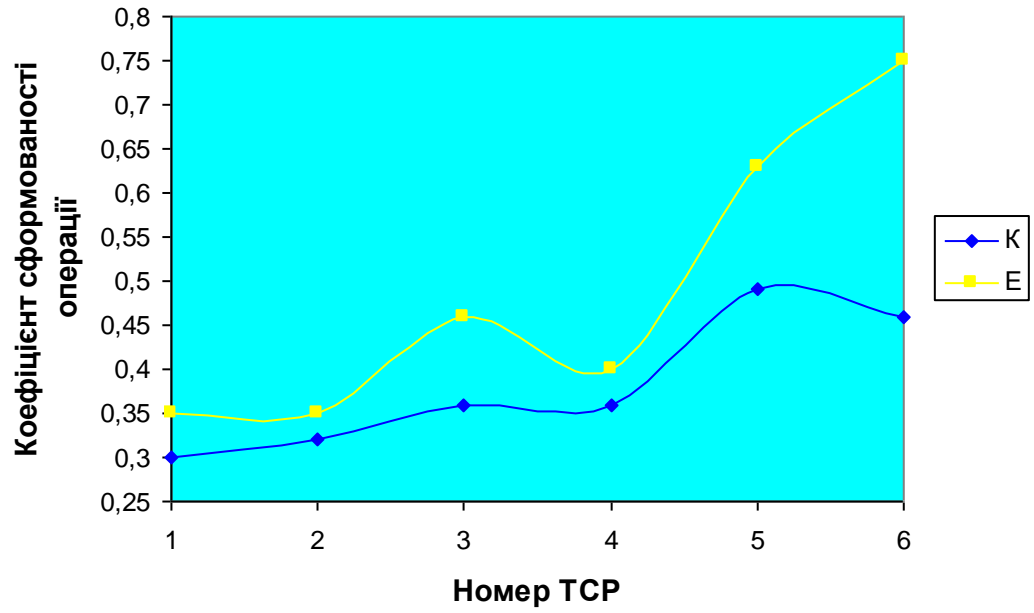


Рис. 3.12. Динаміка коефіцієнта сформованості 8 – ої операції (знаходження додаткових даних з графіків, таблиць)

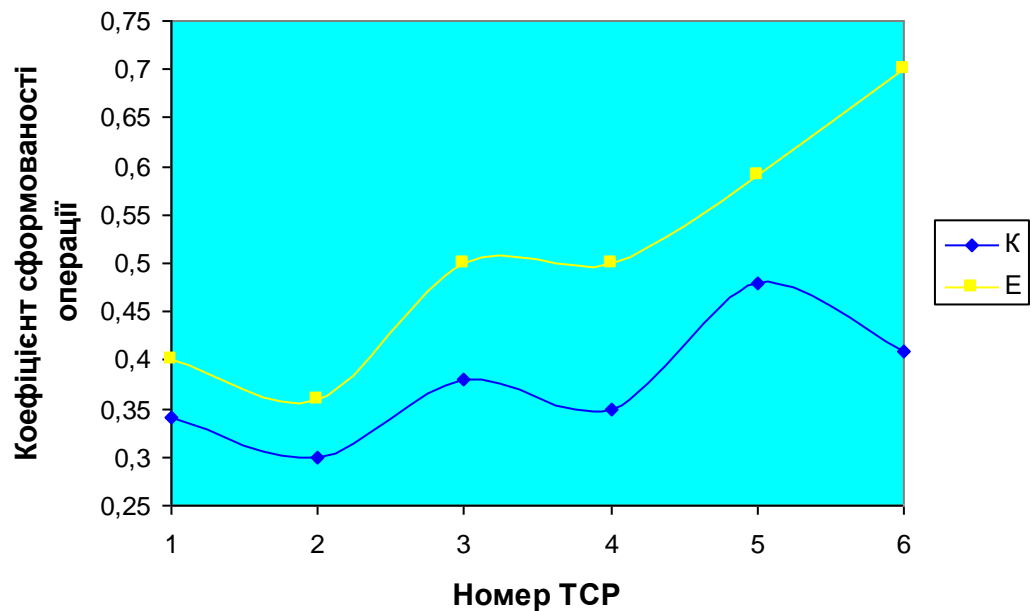


Рис . 3.13. Динаміка коефіцієнта сформованості 9 – ої операції (числові розрахунки невідомої величини)

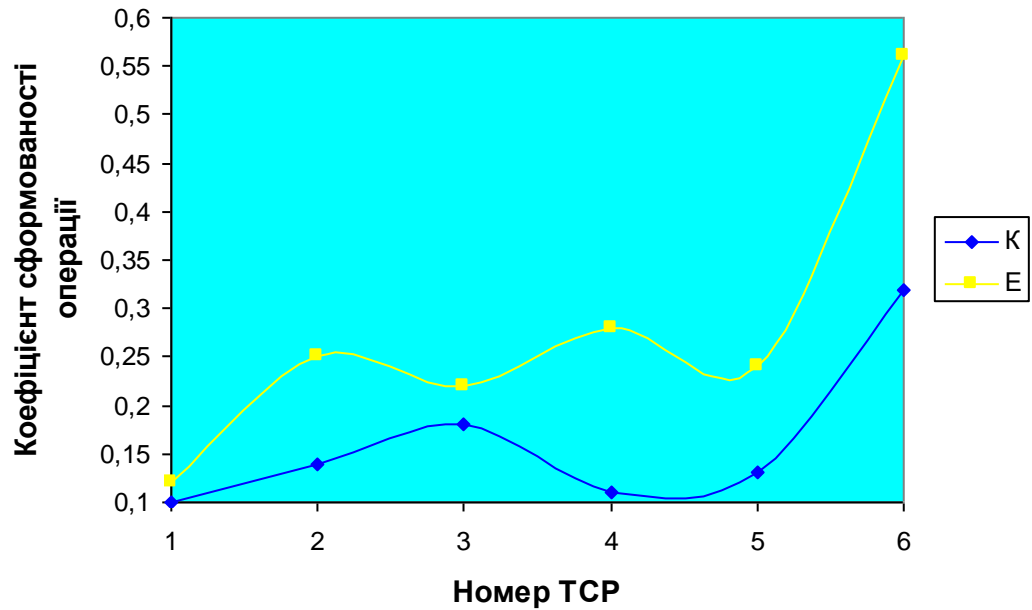


Рис. 3.14. Динаміка коефіцієнта сформованості 10 – ої операції
(аналіз отриманої відповіді)

На основі здобутих результатів нами зроблено такі висновки:

1. На початку досліджень коефіцієнт сформованості операцій (кроків) в експериментальних групах практично не відрізнявся від коефіцієнта сформованості в контрольних групах.

2. В експериментальних групах спостерігалася позитивна динаміка операцій. В контрольних групах динаміка коефіцієнта сформованості більшості операцій носить випадковий характер, тобто в експериментальних групах процес засвоєння операцій під час роз'язування типових базових задач носить цілеспрямований характер.

3. В експериментальних групах коефіцієнт сформованості операцій став більшим 0,7, це свідчить про ефективність процесу саморегуляції у об'єктів навчання під час виконання кожної операції.

За сукупністю коефіцієнтів сформованості операцій у студентів було розраховано коефіцієнт засвоєння ними умінь розв'язувати задачі. В таблиці 3.6 та на рис. 3.15 подана динаміка зміни коефіцієнта засвоєння об'єктів навчання розв'язуванню фізичних задач.

Динаміка зміни коефіцієнта засвоєння K студентами умінь розв'язувати задачі в контрольних та експериментальних групах

Група	Номер ТСП					
	1	2	3	4	5	6
	Коефіцієнт засвоєння K					
К	0,468	0,407	0,437	0,444	0,468	0,509
Е	0,454	0,443	0,543	0,555	0,619	0,733

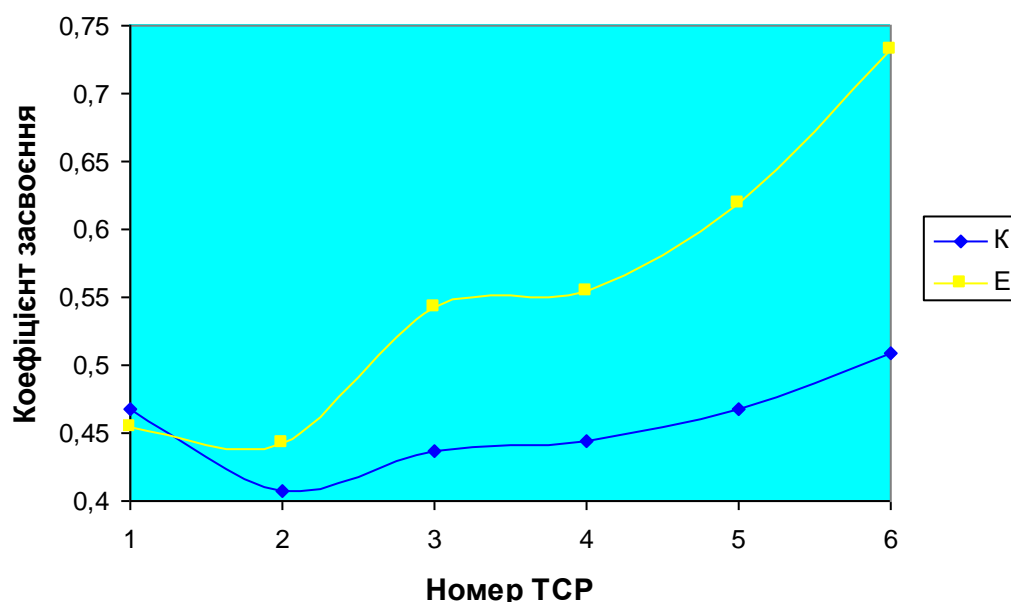


Рис. 3.15. Динаміка зміни коефіцієнта засвоєння студентами умінь розв'язувати задачі в контрольних та експериментальних групах

Спираючись на здобуту динаміку коефіцієнтів засвоєння студентами умінь розв'язувати задачі, можна стверджувати, що в експериментальних групах коефіцієнт засвоєння безперервно збільшується, що свідчить про цілеспрямоване засвоєння об'єктами навчальної діяльності умінь розв'язувати задачі в аспекті формування в них фізичних понять. Крім того, в експериментальних групах коефіцієнт засвоєння став більшим 0,7, а це свідчить про те, що експериментальні групи досягли того рівня, коли процес засвоєння розв'язуванню задач носить переважно самостійних характер.

За коефіцієнтом ефективності формування умінь розв'язувати задачі з електродинаміки, який подано в табл. 3.7, ми визначили ефективність пропонованої методики формування умінь у студентів розв'язувати задачі.

Таблиця 3.7

Коефіцієнт ефективності формування умінь розв'язувати задачі

Група	Номер ТСР					
	1	2	3	4	5	6
	Коефіцієнт ефективності h_K					
К	0,97	1,09	1,24	1,25	1,32	1,44
Е						

В процесі формувального експерименту коефіцієнт ефективності h_K між контрольними та експериментальними групами більший 1, тобто спостерігалась перевага експериментальних груп над контрольними.

Також ми підраховали коефіцієнт довіри для визначення статистичної різниці засвоєння між студентами експериментальних та контрольних груп (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Динаміка коефіцієнта довіри

Група	Номер ТСР					
	1	2	3	4	5	6
	Коефіцієнт довіри $T(\chi^2)$, $T_{кр}=7,815$ [126]					
К	2,743	4,326	6,178	7,927	8,102	11,426
Е						

Динаміка коефіцієнта довіри свідчить про істотну різницю між експериментальними та контрольними групами вже після другої ТСР. Різниця спостерігалася та збільшувалася після наступних ТСР.

3.5. Експертне оцінювання методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів

З метою визначення значущості вимог до розробленої дисертантом методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів було проведене експертне опитування викладачів кафедр загальної та експериментальної фізики, методики фізики та інформатики низки вищих навчальних закладів, науковців. Серед експертів 3 доктори наук, 21 кандидат наук. Вчене звання професора мали 2 експерти, доцента – 18. Три експерти були асистентами, 2 – аспірантами.

Експертне оцінювання методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки здійснено за такими вимогами (дод. Л):

1. Дидактична відповідність.
2. Інформаційно-змістова відповідність.
3. Методичне забезпечення.
4. Інноваційність методики.

Для визначення значущості кожної вимоги введено такі показники: узагальнена думка; компетентність і “активність” експертів; ступінь погодженості думок; статистична значущість показника погодженості думок експертів.

1. Показник узагальненої думки визначався як середнє арифметичне величини оцінки (дод. М) певної вимоги [232].

$$M_j = \frac{1}{m_j} \cdot \sum_{i=1}^m C_{ij},$$

де m – загальна кількість експертів; m_j – кількість експертів, що оцінювали j -ту вимогу; C_{ij} – оцінка відносної важливості i -м експертом j -ї вимоги:

$$M_1 = \frac{2360}{27} = 87; \quad M_3 = \frac{2220}{27} = 82;$$

$$M_2 = \frac{2275}{27} \approx 84; \quad M_4 = \frac{2370}{27} \approx 87.$$

2. Коефіцієнт активності експертів для j -ї вимоги обчислювався за формулою $K_{aj} = \frac{m_j}{m}$. Для всіх вимог $K_{aj} = 1$.

Коефіцієнт компетентності визначався за формулою

$$K_k = \frac{K_z + K_a}{2},$$

де K_z – коефіцієнт ознайомлення з досліджуваною проблемою, K_a – коефіцієнт аргументації.

3. При оцінюванні ступеня погодженості думок враховувався коефіцієнт варіації $v_j = \sigma_j / M_j$, де середнє квадратичне відхилення $\sigma_j = \sqrt{D_j}$,

$$\text{а дисперсія оцінок } D_j = \frac{1}{m_j - 1} \cdot \sum_{i=1}^m (C_{ij} - M_{ij})^2$$

4. Статистичну значущість показника погодженості думок експертів визначено з використанням критерію Пірсона χ^2 :

$$\chi^2 = \frac{1}{m \cdot n \cdot (n+1) - \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^m T_i} \cdot \sum_{j=1}^n d_j^2$$

Задавши $\alpha = 0,05$ отримали рівень значущості $\chi^2 = 4,72$. Обчисливши число ступенів вільності, дістали $v = n - 1 = 3$. Для цього значення ступеня вільності за таблицями знайшли $\chi^2_{табл} = 5,02$ і $\alpha = 0,025$. Порівнянням цих параметрів $\alpha_{табл} < \alpha_{вибр}$ підтверджується коректність рівня погодженості думок експертів. Результати експертного оцінювання подано в таблиці 3.9.

Середні результати експертного оцінювання ефективності
методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у
студентів технічних університетів

<i>Вимоги</i>	Середнє арифметичне M_j	Дисперсія D_j	Середнє квадратичне відхилення σ_j	Коефіцієнт варіації v_j
Дидактична	87	35, 5	5, 9	0, 07
Інформаційно-змістова відповідність	84	72, 60	8, 5	0, 1
Методичне забезпечення	82	14, 10	3, 8	0, 05
Інноваційність методики	87	33, 9	5, 8	0, 06

Таким чином, результати експертного оцінювання розробленої нами методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів свідчить про її відповідність сучасним вимогам, а відтак, підтверджує доцільність використання вироблених у процесі наукового дослідження форм, методів і засобів як чинника підвищення пізнавальної активності студентів.

Висновки до розділу 3

1. У ході проведеного педагогічного експерименту оцінено ефективність розробленої методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів з використанням класичних і нових засобів навчання; здійснено аналіз кількісних і якісних показників навчання студентів у контрольних та експериментальних групах.

2. В процесі проведення педагогічного експерименту виконано такі

завдання: експериментально підтверджено доцільність методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів з застосуванням класичних і нових засобів навчання; вивчено дидактичні можливості розроблених дисертантом засобів навчання.

3. Експериментальне дослідження здійснене на основі розроблених дисертантом дидактичних засобів і відповідного програмного забезпечення навчального процесу із загальної фізики, які мали багатоцільовий характер і були спрямовані на підвищення ефективності навчання, а також на реалізацію професійної спрямованості.

4. Статистичний аналіз результатів експерименту показав, що комплексне використання нових та традиційних засобів навчання під час практичних занять з електродинаміки сприяло:

- значному підвищенню активізації пізнавальної діяльності студентів під час самостійної роботи;
- підвищенню працездатності студентів на практичних заняттях;
- зростанню знань, навичок та умінь студентів застосовувати методи, способи та прийоми розв'язування задач;
- значному розвитку фізичного та технічного мислення студентів.

5. Проведені дослідження ефективності запропонованої методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів показали її перевагу над традиційною системою навчання як на рівні обов'язкових результатів навчання, так і на пошуковому рівні.

6. Доведено, що запропонована методика формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів шляхом комплексного використання нових інформаційних технологій та традиційних засобів навчання сприяє усвідомленому вивченню й успішному застосуванню здобутих знань із загальної фізики.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і запропоновано нове розв'язання проблеми розроблення та впровадження методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів шляхом комплексного використання нових інформаційних технологій та традиційних засобів навчання на практичних заняттях. Результати проведеного дослідження дали підстави для таких висновків:

1. Аналіз сучасного стану, основних досягнень, проблем і тенденцій розвитку методики фізики в умовах науково-технічного прогресу дав змогу висунути та обґрунтувати ідею про необхідність модернізації практичних занять з курсу загальної фізики в технічних університетах з урахуванням пріоритетності таких чинників: розроблення методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів; виявлення загальних та конкретних умінь, які необхідно розвинути та сформувати у студентів під час розв'язування фізичних задач; розроблення та впровадження нових інформаційних технологій та традиційних засобів навчання як основної передумови ефективності навчального процесу тощо.

2. Доведено, що розроблена та впроваджена нами в навчальний процес науково обґрунтована методика формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки у студентів технічних університетів шляхом комплексного використання нових інформаційних технологій і традиційних засобів навчання впливає на рівень розвитку та формування умінь студентів розв'язувати задачі з електродинаміки, активізує самостійну розумову діяльність, що сприяє розвитку інтелекту, фізичного та технічного мислення, творчих здібностей і професійних навичок.

3. Поширено алгоритми розв'язування типових задач з електродинаміки на складніші для зрозуміння типи задач, а саме на метод диференціювання та інтегрування (ДІ) і метод Гаусса. Використання алгоритмічного прийому під

час розв'язування задач допомогло реалізувати такі можливості у навчанні: диференційованість масового навчання (самостійні роботи за алгоритмом); створення фундаменту сформованості навичок та умінь розв'язувати типові задачі, що стало кроком на шляху до розв'язування студентами творчих задач.

4. Розроблено та впроваджено у практику навчальний посібник “Розв'язування задач з електростатики”, складений відповідно до діючих програм курсу загальної фізики для студентів технічних університетів, який має такі *переваги*: сприяв поетапному формуванню у студентів умінь розв'язувати задачі; є раціонально структурованим у вигляді окремих занять; містить задачі прикладної професійної спрямованості; приклади всіх типів задач супроводжуються детальними поясненнями, що відрізняються чіткістю та прозорістю викладу.

5. Розроблено та впроваджено у практику програмний засіб навчального призначення, який забезпечив можливість досягти високих результатів з раціональною затратою зусиль і часу викладачів та студентів; сприяв підвищенню ефективності засвоєння навчальних відомостей і зростанню самооцінки тощо. “Електронний навчальний посібник” використовувався також ефективно у системі дистанційного навчання та під час самопідготовки студентів.

6. Доведено, що створені та впроваджені завдання для тематичних самостійних й контрольних робіт активізують у студентів технічних університетів процеси мислення, сприяють зростанню компетентностей студентів завдяки формуванню умінь застосовувати методи, способи та прийоми розв'язування задач з фізики в майбутній професійній діяльності.

7. Експериментально досліджена і підтверджена ефективність навчального процесу, побудованого на засадах активізації навчально-пізнавальної діяльності та самостійності студентів технічних університетів, а саме за умов використання розробленої нами методики формування умінь щодо розв'язування задач з електродинаміки.

Комплексне використання нових та традиційних засобів навчання під час практичних занять, які запропоновані дисертантом, доступні для студентів будь-якого рівня підготовки й можуть бути використані для вивчення інших розділів курсу загальної фізики.

На нашу думку, перспективи подальших досліджень полягають у розробленні різноманітних дидактичних засобів не тільки для практичних занять, але й для лекцій та лабораторних практикумів з усього курсу загальної фізики технічних університетів, а також їх інтеграцію у сучасний комп'ютерно орієнтований навчально-методичний комплекс.

ДОДАТКИ

Таблиця порівняльного аналізу кількості задач з деяких тем розділу “Електродинаміка”

Автор та назва збірника задач	Кількість задач						Всього
	Закон Кулона. Взаємодія заряджених тіл	Напруженість електричного поля. Електричне зміщення	Потенціал. Енергія системи електричних зарядів	Гradient потенціалу. Робота з переміщення зарядів	Електричний диполь	Електроємність. Конденсатори. Енергія зарядженого провідника. Енергія електричного поля	
1	2	3	4	5	6	7	8
Аніщенко В.О. “Електрика і магнетизм” [6]	23	25	22	13	2	51	135
Бабаджан Е.И., Гервидс В.И. и др. “Сборник качественных вопросов и задач” [10]	4	18	17	16	6	16	77
Белонучкин В.Е., Заикин Д.А. и др. “Задачи по общей физике” [73]	4	5	3	2	3	15	32
Bovtruk A.G., Marinchenko A.E., Maximov S.L. “Problems in	6	8	7	2	1	13	37

1	2	3	4	5	6	7	8
physics. Mechanics. Thermodynamics. Electrodynamics” [75]							
Волькенштейн В.С. “Сборник задач по общему курсу физики” [48]	19	20	17	18	-	74	145
“Електрика і магнетизм” за редакцією Шуга М.І. [63]	14	13	5	6	-	6	44
“Збірник задач” за редакцією Гаркуші І.П. [70]	8	41	15	9	12	80	165
Иродов И.Е. “Задачи по общей физике” [79]	17	35	31	23	10	38	154
Козел С.М., Рашба Е.Н., Славатинский С.А. “Сборник задач по физике” [97]	9	19	6	7	6	10	57
Наумчик В.Н. “Физика. Решение задач	5	4	5	7	3	12	36

1	2	3	4	5	6	7	8
повышенной сложности” [127]							
Пастушенко С.М., Максимов С.Л., Нетреба Ж.М. “Збірник задач із загальної фізики” [143]	9	15	13	8	6	9	60
Савельев И.В. “Сборник вопросов и задач по общей физике” [162]	11	14	15	17	36	50	143
“Сборник задач по общей физике” под редакцией Савельева И.В. [166]	7	12	10	3	2	9	43
“Сборник задач по общему курсу физики. Электричество и магнетизм” под редакцией Сивухина Д.В. [167]	21	48	27	14	11	61	182
“Сборник задач по курсу общей	20	21	14	11	1	40	107

1	2	3	4	5	6	7	8
фізики” под редакцией Цедрика М.С. [165]							
Федишин Я.І., Когут В.М., Вакарчук С.О. “Збірник задач з фізики із розв’язками” [216]	7	7	6	3	2	17	42
Чертов А.Г., Воробьев А.А. “Задачник по физике” [219]	34	61	50	26	65	46	282
Ющенко О.В., Гель П.В. та ін. “Збірник задач з фізики” [234]	10	13	12	4	3	13	55

Приклад таблиці результатів тематичного контролю

Група ВВ-41		Тема: Закон Кулона. Взаємодія заряджених тіл														
		Тематична самостійна робота														
№	ПІБ	№ Варіанта	Завдання № 1 / Завдання № 2													Бали
			Фіз. мод.	Закон Кулона	Зв'язок dq та τ	Відст. r	Елемент dl	Розкл. вектор dF	Виразити склад. dF_x, dF_y	Обр. межі інт. та проінт.	Вираз рез. сили	Тригон. за рис.	Остат. формула	Числ. розрах.	Відповідь (форм. або форм. та чис.)	
1	Василенко О.	I	1/1	1/1	1/1	0/1	0/0	0/0	0/0	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	3
2	Вербенець Б.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3	Вишневський Р.	III	1/1	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	3
4	Галицький Ю.	V	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	0/0	1/0	1/0	1/0	0/0	1/0	0/0	1/0	3
5	Глоба А.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
6	Гутнікова М.	II	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2
7	Дерчук С.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
8	Карпенко О.	IV	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2
9	Конова О.	V	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	1/0	1/0	1/0	3
10	Кравець І.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
11	Кучеренко А.	IV	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	3
12	Левченко І.	V	1/1	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	1/0	1/0	1/0	4
13	Ліпіна І.	IV	0/1	0/1	1/1	1/1	1/1	0/0	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/0	0/1	4
14	Лукаш Т.	II	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1
15	Перевозник Р.	II	1/0	1/1	1/1	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2
16	Постоєнко В.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
17	Писарець С.	V	1/1	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	1/0	1/1	1/0	0/0	1/1	1/0	1/0	4
18	Романко Є.	III	0/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1
19	Рудковський В.	III	1/1	1/1	1/1	1/1	1/0	1/1	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	3
20	Старенець О.	I	1/1	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1
21	Стельмашук В.	I	0/0	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0
22	Чегерст Н.	II	1/1	1/1	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2
23	Чегерст О.	I	1/1	1/1	1/1	0/1	0/0	0/0	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2
24	Шалбанов О.	V	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	1/0	0/0	0/0	3

Приклад таблиці результатів тематичного контролю

Група ПО-41																
Тема: Закон Кулона. Взаємодія заряджених тіл																
Тематична самостійна робота																
№	ПІБ	№ Варіанта	Завдання № 1 / Завдання № 2													Бали
			Фіз. мод.	Закон Кулона	Зв'язок dq та t	Відст. r	Елемент dI	Розкл. вектор dF	Виразити склад. dF_x, dF_y	Обр. межі інт. та проінт.	Вираз рез. сили	Тригон. за рис.	Остат. формула	Числ. розрах.	Відповідь (форм. або форм. та чис)	
1	Бадаєв Н.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2	Бондар А.	I	1/0	1/0	1/0	-/0	-/-	-/0	-/0	1/0	-/0	-/0	1/0	1/-	1/0	3
3	Васильєв А.	II	1/0	1/0	1/0	1/-	1/-	1/-	1/-	0/0	0/-	-/-	0/0	0/-	0/0	3
4	Генцицький А.	IV	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	0/1	1/1	0/0	-/-	0/0	0/-	0/0	4
5	Гребиниченко Д.	II	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	-/-	0/0	0/-	0/0	3
6	Губич Є.	IV	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	0/0	1/1	0/0	0/1	-/-	0/0	0/-	0/0	3
7	Демченко Г.	II	1/0	1/0	1/0	1/-	1/-	1/-	1/-	0/0	0/-	-/-	0/0	0/-	0/0	3
8	Дудник Д.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
9	Іванов В.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10	Калюжний В.	V	1/0	1/0	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	1/0	1/0	-/-	1/0	1/-	1/0	4
11	Литвиненко Т.	I	1/1	1/1	1/0	-/1	-/-	-/0	-/0	0/0	-/0	-/0	-/-	0/-	0/0	2
12	Лупашко Є.	IV	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	0/0	-/-	0/0	0/-	0/0	2
13	Махнюк М.	III	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	0/0	0/0	0/-	0/0	0/-	0/0	2
14	Можарська Є.	V	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/0	1/1	1/0	-/-	1/0	1/-	1/0	4
15	Некрилов В.	III	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/-	0/0	0/-	0/0	2
16	Пачесюк Є.	II	1/1	1/1	1/1	1/-	1/-	1/-	1/-	1/0	0/-	-/-	0/0	0/-	0/0	3
17	Пилипенко С.	V	1/1	1/1	1/1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	-/-	1/0	1/-	1/0	4
18	Подгорний С.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19	Тутинін Д.	IV	1/0	1/1	1/1	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	-/-	0/0	0/-	0/0	2
20	Цушко П.	I	1/1	1/1	1/1	-/1	-/-	-/0	-/0	1/1	-/0	-/0	1/0	1/-	1/0	3
21	Шепет Т.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22	Щербакова Л.	I	1/0	1/0	1/0	-/0	-/-	-/0	-/0	0/0	-/0	-/0	0/0	0/-	0/0	1
23	Якименко Т.	IV	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0	-/-	0/0	0/-	0/0	2

Приклад №1

Тема: ЗАКОН КУЛОНА

Нульовий зріз

ВАРІАНТ I

1. *Виберіть правильне твердження*

- a) електростатика описує електричні поля рухомих зарядів;
- b) електростатика описує електричні поля нерухомих зарядів;
- c) електростатика описує електричні поля будь-яких зарядів;
- d) електростатика описує електромагнітні поля будь-яких зарядів;
- e) свій варіант відповіді.

2. *Запишіть формулу та означення закону Кулона*

3. *Виберіть правильні відповіді:* «Які значення може приймати кут φ між напрямком сили Кулона та лінією, що з'єднує два точкові позитивні заряди?» (Див. рис.)

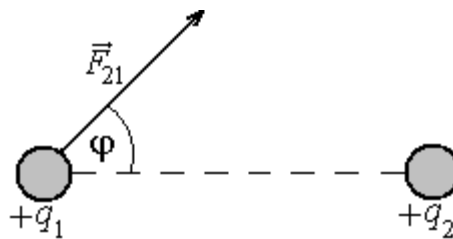


Рис.

- a) 0;
- b) $\pi/3$;
- c) $\pi/2$;
- d) π ;
- e) 2π .

4. *Виберіть правильну відповідь:* «Елементарний заряд дорівнює...»

- a) модулю заряду протона;
- b) модулю заряду частинки масою 1 мг, зарядом 1 Кл;
- c) модулю заряду електрона;
- d) модулю заряду нейтрона;
- e) правильних відповідей не має.

5. *Розв'яжіть задачу.* У скільки разів треба змінити відстань між двома точковими зарядами, розміщеними в середовищі з діелектричною проникністю $\epsilon = 4$, щоб сила взаємодії між ними залишалася такою ж, як і в вакуумі?

Приклад № 2

Тема: ЗАКОН КУЛОНА

Нульовий зріз

ВАРІАНТ V

1. **Вкажіть правильну відповідь:** «Заряди, для застосування закону Кулона повинні бути...»

- a) точкові;
- b) точкові, тільки однойменні;
- c) довільні;
- d) точкові, тільки різнойменні;
- e) тільки позитивні.

2. **Запишіть відповідь на запитання:** «Які заряди називаються «точковими»?»

3. **Виберіть правильну відповідь:** «Величину ϵ_0 , що входить в закон Кулона, називають...»

- a) коефіцієнтом пропорційності;
- b) електричною сталою;
- c) діелектричною сталою;
- d) діелектричною проникністю;
- e) кулонівською сталою.

4. **Виберіть правильні відповіді:** «Які значення може приймати кут φ між напрямком сили Кулона та лінією, що з'єднує два точкові різнойменні заряди?» (Див. рис.)

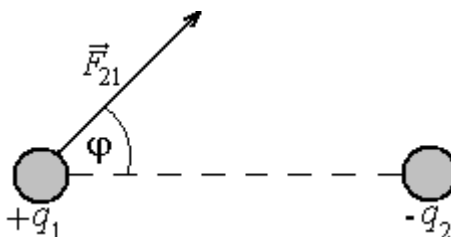


Рис.

- a) 0;
- b) $\pi/3$;
- c) $\pi/2$;
- d) π ;
- e) 2π .

5. **Розв'яжіть задачу.** Сила взаємодії двох заряджених кульок у вакуумі дорівнює 1 нКл. Якою стане сила взаємодії кульок, якщо їх занурити у рідкий діелектрик із проникністю 2 і зменшити відстань між ними у 2 рази?

Приклад № 3

Тема: НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Нульовий зріз

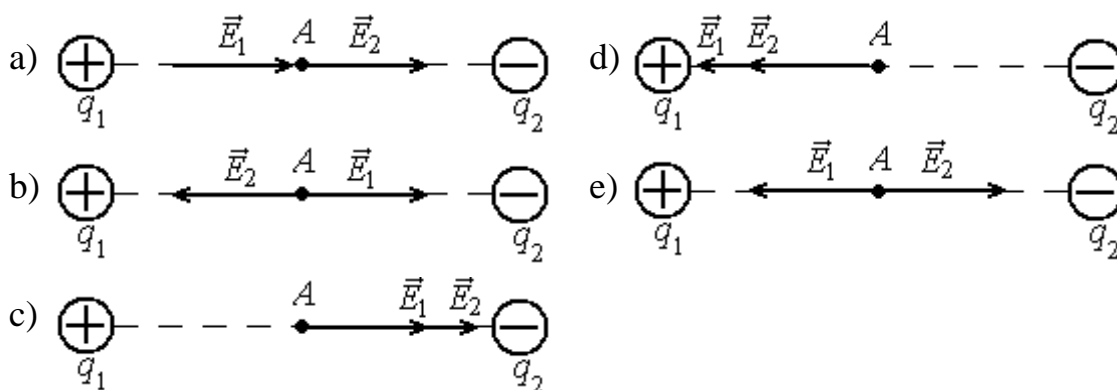
ВАРІАНТ I

1. **Виберіть правильну відповідь на запитання:** «Як називається поле, напруженість якого в усіх точках простору однакова?»

- a) однорідним;
- b) ізотропним;
- c) анізотропним;
- d) неоднорідним;
- e) еквіпотенціальним.

2. **Запишіть вираз напруженості електричного поля, яке створене точковим зарядом q на відстані r від заряду**

3. **На якому з рисунків правильно вказано напрямки векторів напруженостей електричного поля, створених різнойменними зарядами в точці A ?**



4. **Розв'яжіть задачу.** У скільки разів напруженість поля точкового заряду в точці A відрізняється від його напруженості в точці B , якщо точка B знаходиться на втричі більшій відстані від заряду, ніж точка A ?

Приклад № 4

Тема: НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Нульовий зріз

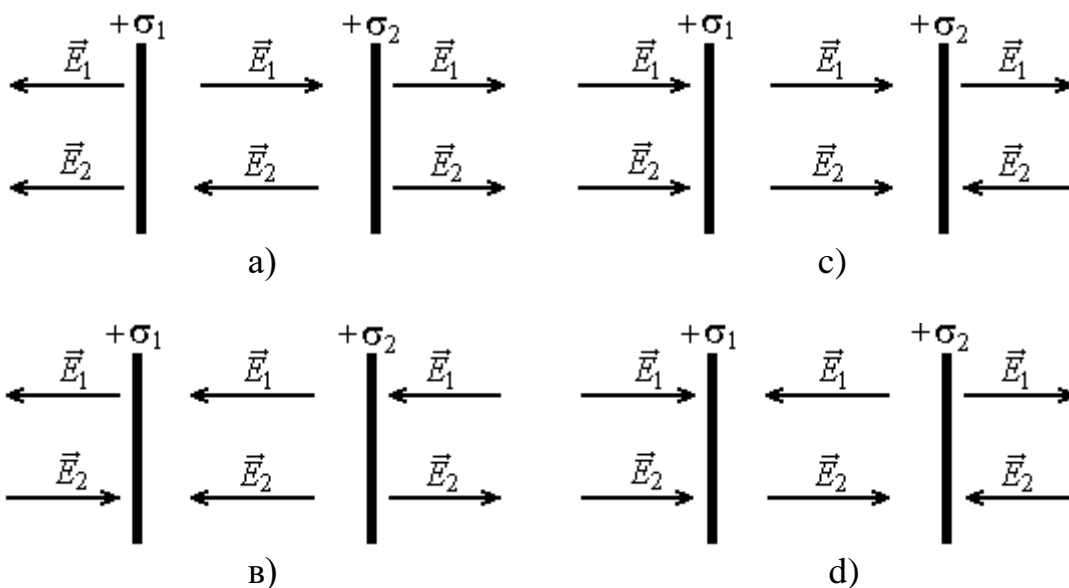
ВАРІАНТ V

1. **Виберіть правильну відповідь для означення:** «Напруженість електричного поля – це фізичка величина, яка...»

- a) якісно характеризує електричне поле;
- b) є енергетичною характеристикою електричного поля;
- c) дорівнює відношенню сили, що діє на заряд, до величини цього заряду;
- d) чисельно характеризує електричне поле;
- e) є силовою характеристикою електричного поля.

2. **Запишіть формулу для визначення абсолютного значення вектора напруженості електричного поля, створеного двома електричними полями з напруженостями E_1 та E_2**

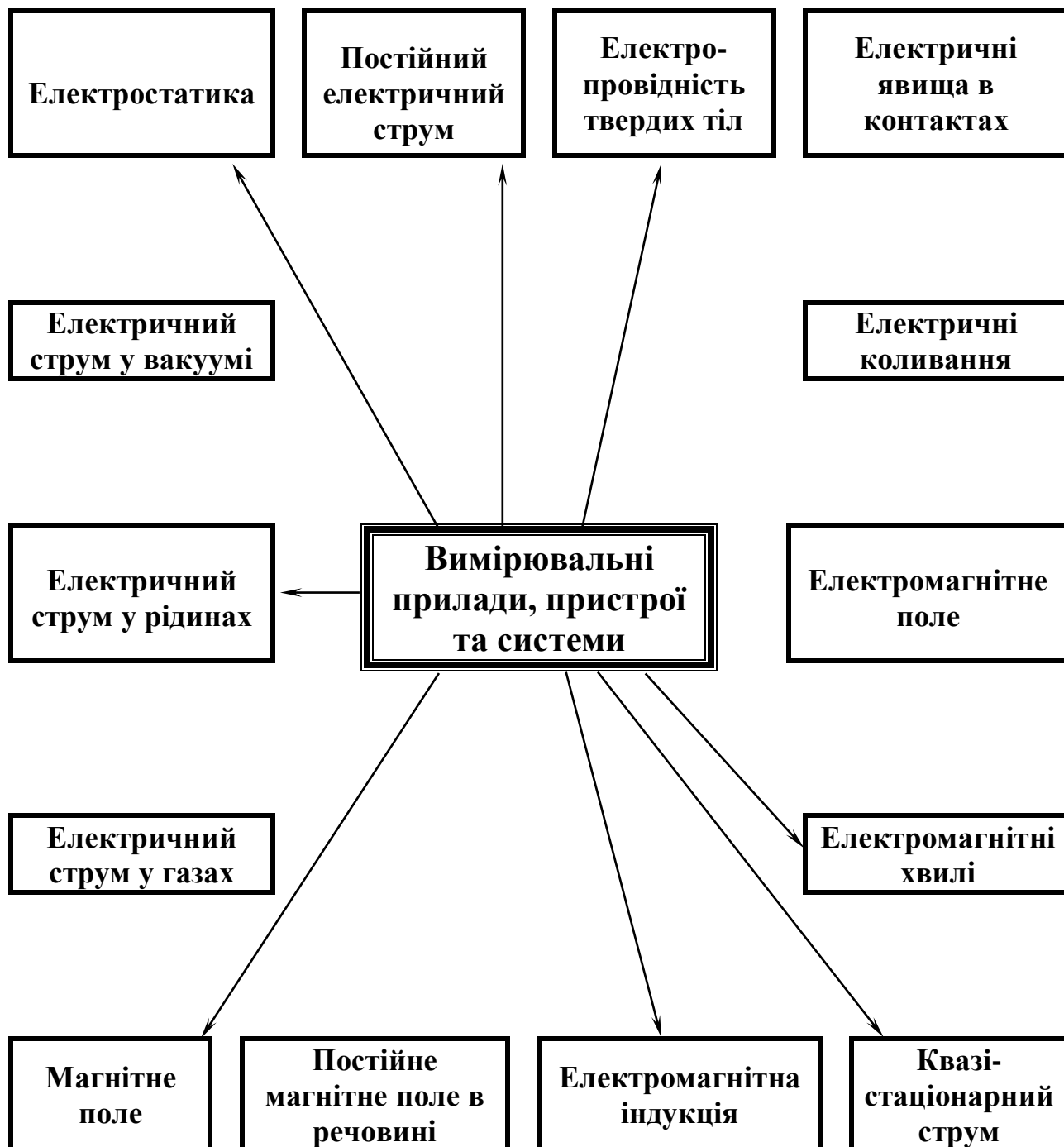
3. **Виберіть рисунок, на якому правильно вказано напрямок вектора напруженостей електричного поля, створених двома однойменно зарядженими площинами:**



4. **Розв'яжіть задачу.** Чому дорівнює напруженість поля посередині між двома точковими зарядами, якщо напруженість поля кожного з них у цій точці дорівнює відповідно 100 В/м і 50 В/м?

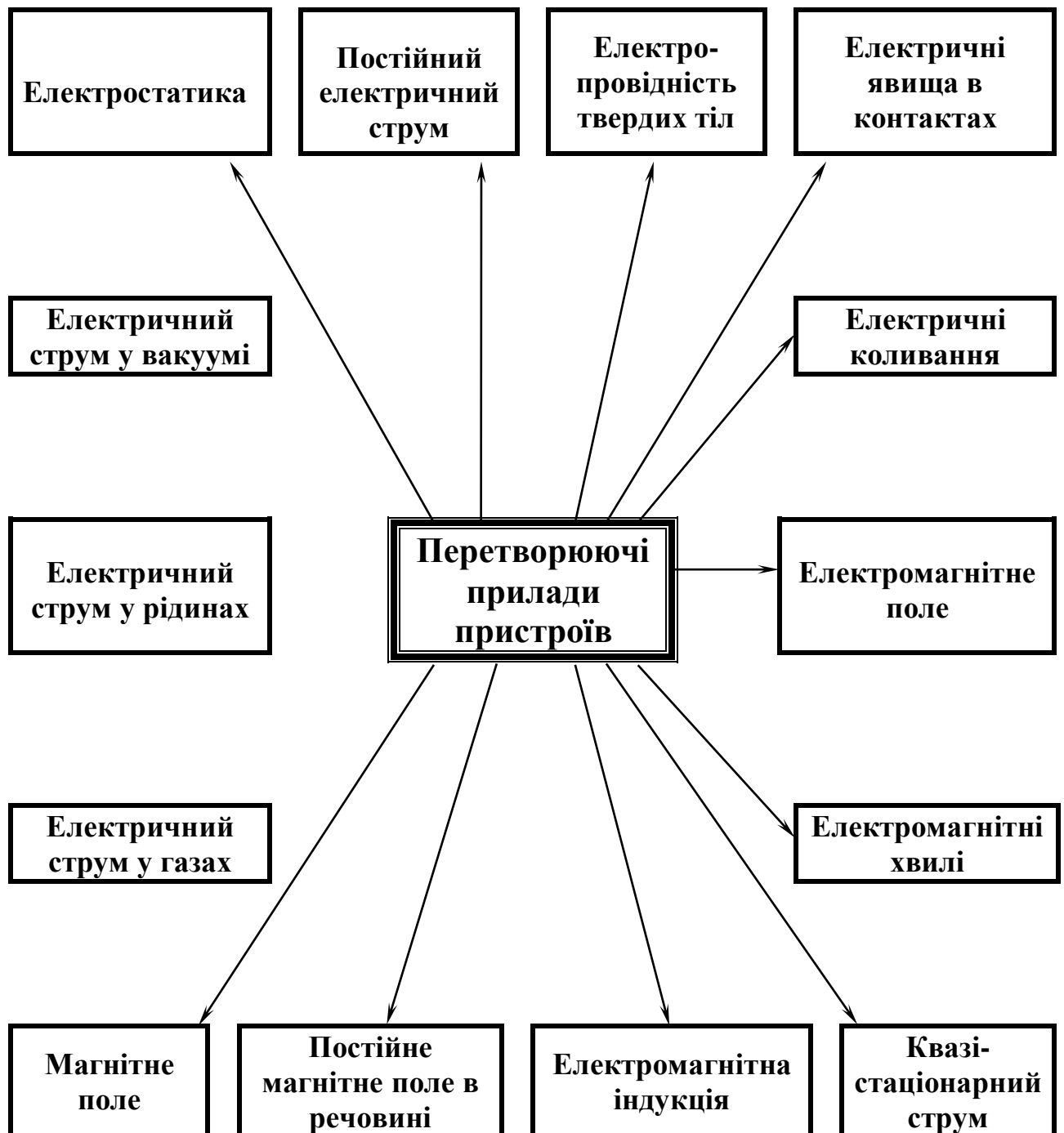
Структурно – логічна схема використання тем електродинаміки у дисципліні

“Вимірювальні прилади, пристрої та системи”



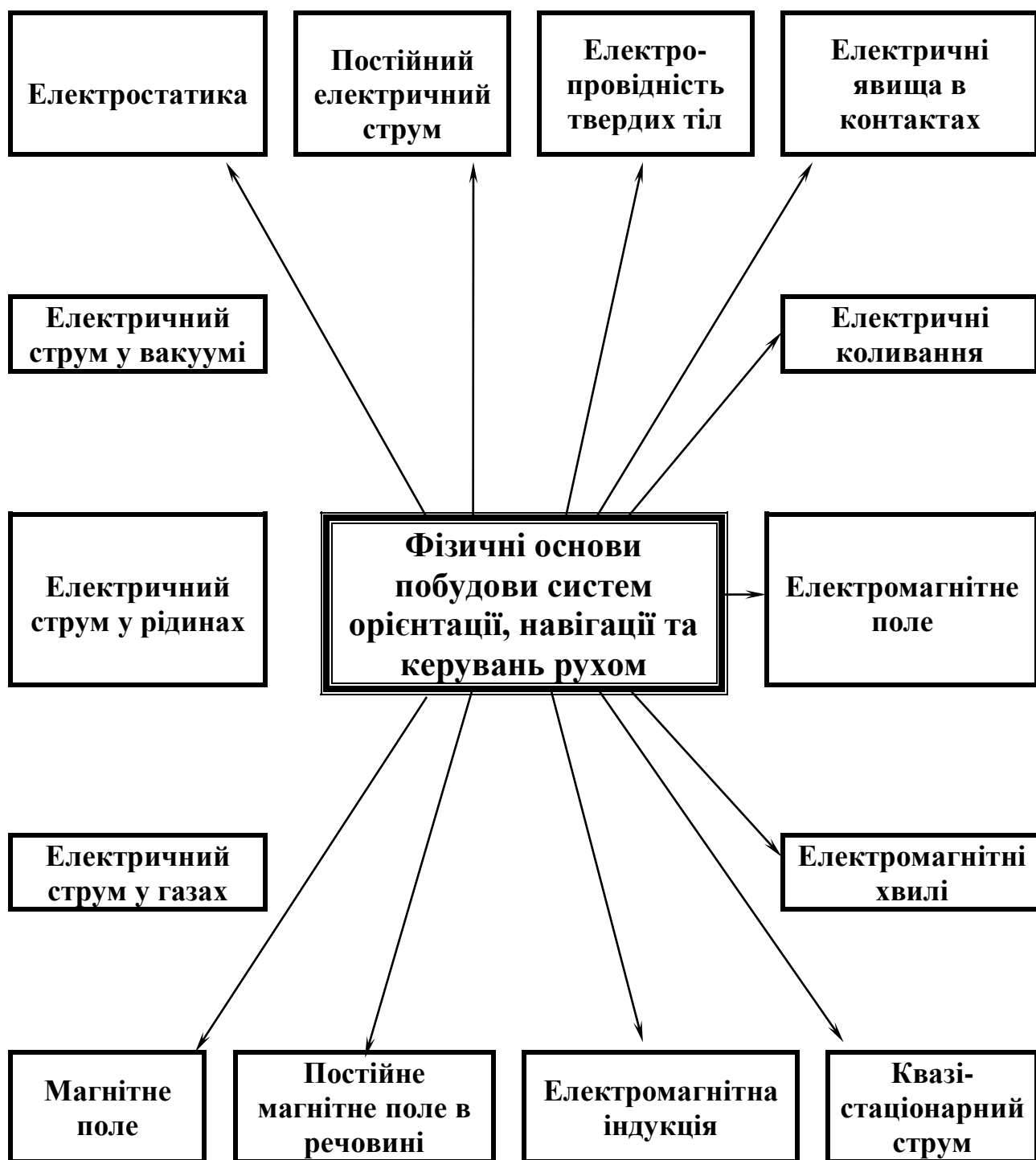
Структурно – логічна схема використання тем електродинаміки у дисципліні

“Перетворюючі прилади пристроїв”



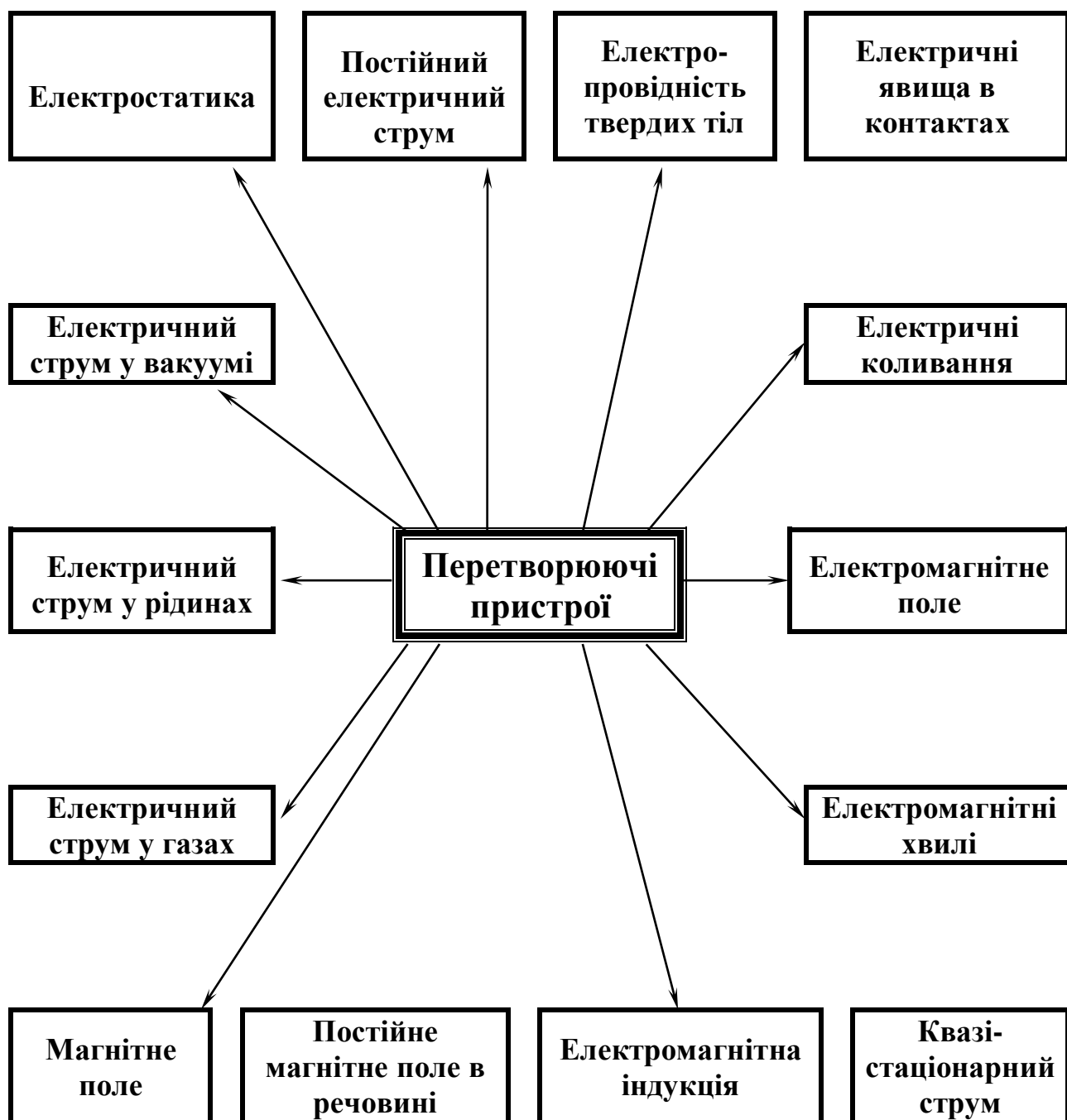
Структурно – логічна схема використання тем електродинаміки у дисципліні

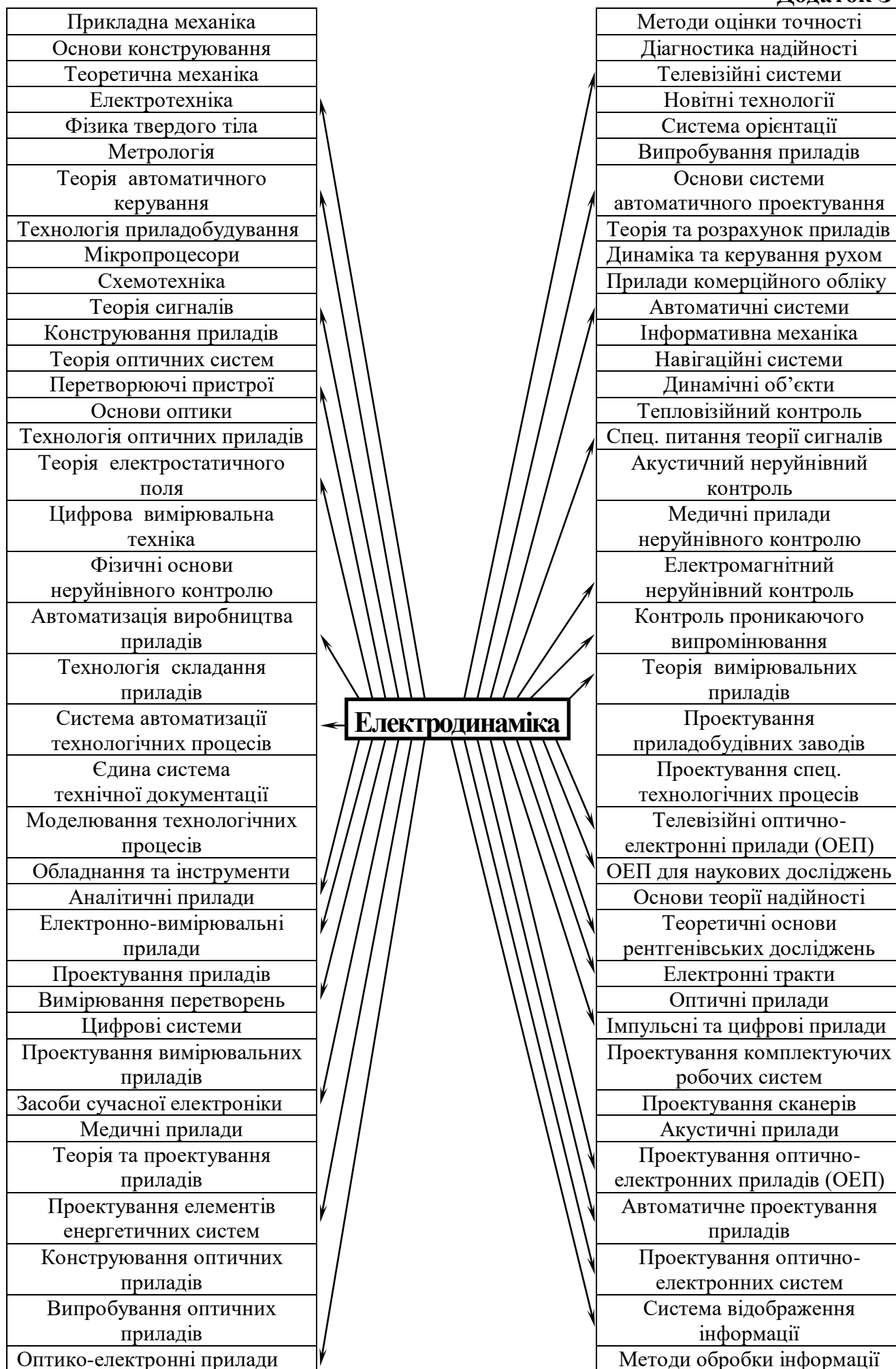
“Фізичні основи побудови систем орієнтації, навігації та керувань рухом”



Структурно – логічна схема використання тем електродинаміки у дисципліні

“Перетворюючі пристрої”





АНКЕТА ДЛЯ СТУДЕНТІВ

Шановні студенти ! З метою вдосконалення методики проведення практичних занять з фізики з використанням сучасних інформаційних технологій, просимо Вас відповісти на запитання анкети.

1. Чи вважаєте Ви, що на практичних заняттях є доцільним використання електронних та мультимедійних технологій ?

а) так б) ні в) не знаю (необхідне підкреслити)

2. Чи сприяло використання електронних та мультимедійних технологій підвищенню якості викладання матеріалу ?

а) так б) ні в) не знаю

3. Чи сприяло використання електронних та мультимедійних технологій кращому засвоєнню методів та способів розв'язування задач з електростатики ?

а) так б) ні в) не знаю

4. Використання **сучасних інформаційних технологій** на практичних заняттях:

- сприяє інтенсифікації навчального процесу;

а) так б) ні в) не знаю

- надає можливість бачити динаміку фізичних процесів;

а) так б) ні в) не знаю

- надає можливість звертання до довідникового матеріалу безпосередньо під час розв'язування задач;

а) так б) ні в) не знаю

- сприяє підвищенню зацікавленості під час навчання розв'язуванню фізичних задачі;

а) так б) ні в) не знаю

- допомагає підвищенню зосередженості під час пояснення методики розв'язування задач;

а) так б) ні в) не знаю

- не залишає студентів байдужими під час проведення занять, оскільки анімації виконані різними кольорами та в динаміці, що сприяє підвищенню уваги студентів;

а) так б) ні в) не знаю

- є малоефективним, оскільки виникають труднощі, пов'язані з тим, що студенти не встигають законспектувати розв'язок задачі;

а) так б) ні в) не знаю

- не сприяє підвищенню ефективності проведення практичних занять, оскільки студенти надають перевагу традиційному способу викладання матеріалу (з використанням тільки дошки та крейди).

а) так б) ні в) не знаю

5. Запишіть, які труднощі виникли у Вас під час навчання за новою методикою?

✓

✓

6. Запишіть ваші побажання і конкретні пропозиції щодо поліпшення методики організації і проведення практичних занять з курсу загальної фізики.

РЕЗУЛЬТАТИ АНКЕТУВАННЯ СТУДЕНТІВ

№	ЗМІСТ ЗАПИТАННЯ	ТАК, %	НІ, %	НЕ ЗНАЮ, %
1	Чи вважаєте Ви, що на практичних заняттях є доцільним використання електронних та мультимедійних технологій ?	84	4	12
2	Чи сприяло використання електронних та мультимедійних технологій підвищенню якості навчання матеріалу ?	80	4	16
3	Чи сприяло використання електронних та мультимедійних технологій кращому засвоєнню методів та способів розв'язування задач з електростатики ?	70	13	17
4	Чи сприяло використання сучасних інформаційних технологій на практичних заняттях інтенсифікації навчального процесу ?	48	52	—
5	Чи надає можливість використання сучасних інформаційних технологій на практичних заняттях бачити динаміку фізичних процесів ?	86	14	—
6	Чи звернули Ви увагу на те, що використання сучасних інформаційних технологій на практичних заняттях надає можливість звертання до довідникового матеріалу безпосередньо під час розв'язування задач ?	54	46	—
7	Чи сприяло використання сучасних інформаційних технологій на практичних заняттях підвищенню зацікавленості до навчання ?	64	36	—
8	Чи вважаєте Ви, що використання сучасних інформаційних технологій на практичних заняттях не залишає студентів байдужими під час проведення занять, оскільки анімації виконані різними кольорами та в динаміці, що сприяє підвищенню уваги студентів ?	72	28	—
9	Чи вважаєте Ви, що використання сучасних інформаційних технологій на практичних заняттях є малоефективним, оскільки виникають труднощі, пов'язані з тим, що студенти не встигають законспектувати розв'язок задачі ?	28	72	—
10	Чи надаєте Ви перевагу використанню традиційного способу викладання матеріалу (з використанням тільки дошки та крейди), порівняно з сучасними інформаційними технологіями ?	8	92	—
11	Які у Вас є побажання і конкретні пропозиції щодо поліпшення методики організації та проведення практичних занять з курсу загальної фізики ?	<p>— Було б цікаво і надалі проводити практичні заняття з використанням електронних технологій.</p> <p>— Хотіли б, щоб ця методика впроваджувалася на всіх факультетах та з інших навчальних дисциплін.</p>		

Анкета експерта

1. Назва установи _____
2. Прізвище, ім'я, по-батькові _____
3. Посада _____
4. Вчене звання, науковий ступінь _____
5. Науково-педагогічний стаж _____
6. Дата і місце проведення експертизи _____

I. Дайте оцінку відносної значущості кожної з чотирьох вимог до методичної системи практичних занять за 100 - бальною шкалою

№ п/п	Вимога	Оцінка відносної значущості (в балах від 0 до 100)
1.	Дидактична відповідність	
2.	Інформаційно-змістова відповідність	
3.	Методичне забезпечення	
4.	Інноваційність методики	

II. Підкресліть необхідні числові значення в шкалі оцінок джерел аргументації виставлених балів виконання вимог до методичної системи практичних занять

Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела		
	В (висока)	С (середня)	Н (низька)
Проведений теоретичний аналіз	0, 4	0, 3	0, 2
Виробничий досвід	0, 6	0, 5	0, 3
Інтуїція	0, 05	0, 05	0, 05

III. Укажіть ступінь володіння проблемою дослідження за такою шкалою

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Результати оцінювання експертами відносної значущості вимог
до методичної системи практичних занять з електродинаміки

Експерт	Вимога			
	I	II	III	IV
1	100	85	80	80
2	95	85	85	95
3	85	80	80	95
4	90	80	80	85
5	85	85	80	95
6	80	80	85	90
7	90	85	80	80
8	85	80	85	85
9	100	85	80	80
10	95	80	80	85
11	90	80	85	85
12	90	85	80	80
13	85	90	80	90
14	85	80	85	85
15	80	90	80	80
16	80	85	85	90
17	85	80	80	85
18	95	85	90	80
19	85	80	85	90
20	90	100	80	95
21	80	85	85	90
22	85	80	80	90
23	80	90	80	85
24	90	85	85	90
25	90	80	80	95
26	85	90	80	100
27	80	85	85	90

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александров Д.А. Методика решения задач по физике в средней школе: пособие [для учителей] / Д.А. Александров, И.М. Швайченко. – Л., 1948. – 240 с.
2. Аленичева Е. Электронный учебник (Проблемы создания и оценки качества) / Е. Аленичева, Н. Монастырев // Высш. образование в России. – М. – 2001. - № 1. – С. 121 – 124.
3. Альбін К.В. Методика викладання фізики / К.В. Альбін. – К.: Вища школа, 1970. – 300 с.
4. Андреева Е. Подготовка к ЕГЭ [Электронный ресурс] : для підготовки школярів до єдиного державного іспиту / Е. Андреева. – М.: «Физикон». – 1 электр. опт. диск (CD – ROM): кольор.; 12 см. – Систем. вимоги: Pentium 200 MHz; 64 MB оперативної пам'яті; CD – ROM Windows 2000/XP. – Назва з контейнера.
5. Анісімов А.Ю. Развитие методики складання та розв'язування задач в умовах реалізації стандартів фізичної освіти: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія та методика навчання (фізика)”/ А.Ю. Анісімов. – К, 2000. – 22 с.
6. Аніщенко В.О. Электрика і магнетизм: навчально – методичний посібник / В.О. Аніщенко. – Ніжин: Ред. – вид. відділ НДПУ, 2001. – 148 с.
7. Анциферов Л.И. ЭВМ в обучении физике: учебное пособие / Л.И. Анциферов. – Курск: КГПИ, 1991. – 182 с.
8. Арстанов М.Ж. Проблемно – модельное обучение: вопросы и технологи / Арстанов М.Ж., Пидкасистый П.И., Хайдаков Ж.С. – Алма – Аты, 1980. – 207 с.
9. Африна Е. Физика под лупой – обзор CD и Интернет-ресурсов / Е. Африна // Школьное обозрение. – М.: Вентана – Граф, 2003. – №6. – 64 с.

10. Сборник качественных вопросов и задач по физике: [учеб. пособие для вузов] / Е.И. Бабаджан, В.И. Гервидс, В.М. Дубовик, Э.А. Нересов. – М.: Наука. Гл. ред. физ. – мат. лит, 2005. – 400 с., ил.
11. Бабанский Ю.К. Оптимизация учебно – воспитательного процесса: [метод. основы] / Ю.К. Бабанский. – М.: Просвещение, 1982 – 192 с.
12. Байдак В.А. Алгоритмическая направленность обучения математике / В.А. Байдак. – Омск, 1999. – С. 76 – 81.
13. Балл Г.А. Теория учебных задач: психолого – педагогический аспект / Г.А. Балл – М.: Педагогика. – 1990. – С. 112 – 125.
14. Башмаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. – М.: Информационно – издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с. (ISBN 5 – 9216 – 0044 – X, тираж 2100 экз., усл. печ. л. 38, 5)
15. Баяндин Д.В. Активная обучающая среда «Виртуальная физика» и опыт ее использования в пермских школах [Электронный ресурс] : электронный навчальний посібник для шкіл і вищих навчальних закладів / Д.В. Баяндин. – М. – 1 электр. опт. диск (CD – ROM): кольор.; 12 см. – Систем. вимоги: Pentium 200 MHz; 32 MB RAM; CD – ROM Windows 2000/XP. – Назва з контейнера.
16. Баяндин Д.В. Интерактивные компьютерные тренажеры в школьном курсе физики / Баяндин Д.В., Медведев Н.Н., Ханнанов Н.К. // Физика в школе: Школа – Пресс. – М., 2006. - № 4. – С. 3 – 10.
17. Беликов Б.С. Решение задач по физике. Общие методы: учеб. пособ. [для студентов ВУЗов] / Б.С. Беликов. – М.: Высш. шк., 1986. – 256 с.
18. Беспалько В.П. Слагаемые педагогические технологии / В.П. Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 191 с.
19. Бит-Давид Е.Л. Методика применения алгоритмов решения физических задач, обеспечивающая повышение уровня развития абстрактно-логического мышления учащихся старших классов общеобразовательных школ: дис..... канд. пед. наук: 13.00.02 / Бит –

- Давид Елена Львовна – Пемза, 2004. – 207 с.
- 20.Бойко О. Комп'ютерні демонстраційні комплекти «Фізика - 10», «Фізика - 11» як засоби фронтального навчання на уроках фізики / Бойко О., Кадченко В., Путілов Д. // Фізика та астрономія в шк. – К.: Пед. преса, 2005. - № 3. – С. 50 – 54.
- 21.Болтянский В. Игровые компьютерные среды учебного назначения / В. Болтянский, В. Рубцов // Информатика и образование. – М., 1990. - № 5. – С. 10.
- 22.Браверман Э.М. Развитие самостоятельности учащихся – требование нашего времени / Э.М. Браверман // Физика в школе: Школа – Пресс. – М., 2006. - № 2. – С. 15 – 19.
- 23.Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы: учебное пособие [для студентов пед. ин-тов по физ-мат. спец.] / А.И. Бугаев. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
- 24.Бугаев А.И. Спектры учебных физических задач / А.И. Бугаев // Физика (ПС). – М., 1998. - № 31. – С. 2 – 10.
- 25.Бугайов О. Комп'ютерна підтримка курсу фізики в середній школі: реальність та перспективи / О. Бугайов, В. Коваль // Фізика та астрономія в шк. – К.: Пед. преса, 2001. - №3. С. 16 – 19.
- 26.Бугайов О.І. Взаємний зв'язок вивчення фізики і виробничого навчання в середній школі. (На матеріалі підготовки механізаторів с.-г. виробництва): дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.04 / Бугайов Олександр Іванович. – К., 1962. – 327с.
- 27.Бугайов О.І. Концептуальні положення щодо розробки педагогічних програмних засобів з фізики (з досвіду створення програмно – методичного комплексу «Фізика - 8») / Бугайов О.І., Головка М.В., Коваль В.С. // Комп'ютер у шк. та сім'ї. – К., 2004 - № 8. – С. 13 – 16.
- 28.Бугайов О.І. Програмно – методичний комплекс «Фізика - 8» / Бугайов О.І., Головка М.В., Коваль В.С. // Фізика та астрономія в шк. – К.: Пед. преса, 2005. - № 2. – С. 22 –27.

29. Бугрій О. Формування узагальнених пізнавальних умінь / О. Бугрій // Рідна школа. – К.:, 2003. - № 11. – С. 32 – 34.
30. Бушай І.М. Психологічні особливості формування фізичних понять у акцентованих підлітків / І.М. Бушай: матеріали Всеукр. науково – практичної конф. [«Дидактичні проблеми фізичної освіти в Україні»]. – Чернігів: ЧДПУ ім. Т. Г. Шевченка, 1998. – С. 22 – 23.
31. Бушок Г.Ф. Научно-методические основы преподавания физики в педвузах: автореф. дис. на здобуття ступеня док. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія та методика навчання (фізика)”/ Г.Ф. Бушок – М., 1983. – 35 с.
32. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А.А. Вербицкий. – М.: Высш. шк., 1991. – 207 с.
33. Вергасов В.М. Активизация познавательной деятельности студентов в высшей школе / В.М. Вергасов. – К.: Вища шк., 1985. – 176 с.
34. Віднічук М.А. Формування вміння розв’язувати винахідницькі задачі в курсі фізики загальноосвітньої школи: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія та методика навчання (фізика)”/ М.А. Віднічук . – К, 2003. – 20, [1-10] с.
35. Власенко В. Перевірка практичних умінь і навичок з фізики / В. Власенко // Фізика та астрономія в шк. – К.: Пед. преса, 2004. – № 2. – С. 35.
36. Вовк Л. Аналогії в геометричній оптиці / Л. Вовк // Фізика та астрономія в шк. – К.: Пед. преса, 2000. - № 1. – С. 34 – 37.
37. Вовк Л.І. Застосування методу аналогії у навчанні фізики студентів нефізичних спеціальностей вищих закладів освіти: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія і методика навчання (фізика)”/ Л.І. Вовк.– К., 2004. – 20, [9] с.
38. Вознюк С.Ю. Комплексная реализация обучения и структура обобщенных способов решения задач по физике в средней школе:

- дис..... канд. пед. наук: 13.00.02 / Вознюк Сергій Юрійович. – К., 1990. – 265 с.
39. Володарский В.Е. О классификации учебных задач по физике / В.Е. Володарский // Физика в школе: Школа – Пресс. – М., 1979. - № 4. – С. 66 – 70.
40. Володарский В.Е. Обучение учащихся приемам мыслительной деятельности при решении задач по физике / В.Е. Володарский // Новые исследования в пед. науках. – М., 1979. - № 2. – С. 32 – 38.
41. Володарский В.Е. Система задач как средство повышения эффективности обучения физике в средней школе: автореф. дис. на присвоение науч. степени канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теория и методика обучения и воспитания (физика)”/ В.Е. Володарский. – М., 1980. – 22 с.
42. Волошина А. Задачі як метод навчання фізики: історичний аспект / А. Волошина // Фізика і астрономія в школі. – К.: Пед. преса, 2001. - № 2. – С. 12 – 17.
43. Волошина А.К. Історико-методичний аналіз розвитку технології розв’язування фізичних задач у середній загальноосвітній школі: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія і методика навчання (фізика)”/ А.К. Волошина. – К., 2001. – 19 с.
44. Волошина А.К. Історична зумовленість технології розв’язування і складання фізичних задач / А.К. Волошина // Науково – методичний зб. [«Нові технології навчання»]. – К.: ІЗМН, 1998. – Вип. 23. – С. 135 – 144.
45. Волошина А.К. Перспективи і основні напрямки розвитку технології розв’язування і складання фізичних задач в середній загальноосвітній школі / А.К. Волошина // Педагогічні науки: зб. наукових праць. – Херсон: Айлант, 1999. – Вип. 9. – С. 283 – 288.
46. Волошина А.К. Про роль і місце задачного підходу у сучасних технологіях навчання фізики / А.К. Волошина // Зб. наукових праць

- Кам'янець – Подільського ДПУ: Серія пед. мат. дисциплін та освітніх технологій. – Кам'янець – Подільськ, 1999. – Вип. 5. – С. 18 – 24.
47. Волошина А.К. Еволюція методики розв'язування навчальних фізичних задач в Україні (кінець 80-х – теперішній час) / А.К. Волошина, О.В. Сергєєв // Зб. наукових праць БДП ім. П.Д. Осипенка. Педагогічні науки. – Бердянськ, 1999. - № 3-4. – С. 76 – 83.
48. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: учеб. пособие, 11-е изд., перераб. / В.С. Волькенштейн. – М.: Наука. Гл. ред. физ. – мат. лит., 1985. – 384 с.
49. Выготский Л.С. Избранные педагогические исследования / Л.С. Выготский. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1956. – 518 с.
50. Гальперин П.Я. Введение в психологию / П.Я. Гальперин. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – 150 с.
51. Гарєєва Ф.М. Використання рейтингу в системі навчання фізики / Ф.М. Гарєєва, Т.В. Скубій: тези доповідей VI Міжнародні науково-методичної конференції [«Проблеми та шляхи розвитку вищої технічної освіти»], (Київ, 6 – 7 червня 2002 р.). – К.: ІВЦ “Вид-во “Політехніка””, 2002. – С. 96 – 97.
52. Гнеденко Б.В. Об алгоритмическом подходе к обучению / Б.В. Гнеденко, Б.В. Бирюков. – М.: Просвещение, 1966. – 208 с.
53. Гомулина Н.И. Возможности использования электронных образовательных изданий по физике / Н.И. Гомулина, Е.С. Тымакина // Физика в школе. – М.: Школа – Пресс, 2006. – №4. – 80 с.
54. Гончаренко С.У. Методологічні і теоретичні основи формування в учнів середньої школи природничо-наукової картини світу: дис. ... доктора пед. наук у формі наук. доповіді: 13.00.01 / Гончаренко Семен Устимович. – К., 1989. – 56 с.
55. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики: посібник [для вчителя] / С.У. Гончаренко. – К.: Рад. шк., 1990. – 205 с.

56. Гончаренко С.У. Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики / [С.У. Гончаренко, Є.В. Коршак, А.І. Павленко та ін.]; за ред. Є.В. Коршака. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2004. – 185 с.
57. Гохват Б.А. Збірник запитань з фізики: посібник [для вчителів] / Б.А. Гохват. – К., 1967. – 159 с.
58. Григорьев С.Г. Информатизация образования. Фундаментальные системы / С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун. – М., 2005. – С. 161 – 163.
59. Давыдов В.В. Виды обобщения в обучении / В.В. Давыдов. – М.: Педагогика, 1972. – 423 с.
60. Давыдов В.В. Теория развивающегося обучения / В.В. Давыдов. – М.: ИНТОР, 1996. – 544 с.
61. Домов А.Н. Сборник задач по физике с решениями и ответами / А.Н. Домов. – М.: МИФИ, 2001. – Ч. 3. – 188 с.
62. Дудел Дж. Физиология человека: В 4-х т. Органы чувств. / Дж. Дудел, Я. Рюехт; пер. с англ. под ред. П.Г. Костюка. – М.: Мир, 1985. – Т. 2. – 238 с.
63. Електрика і магнетизм: [навчально-методичний посібник / під ред. Шута М.І.]. – К: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004. – 215 с.
64. Есмялова У.Б. Комплексное использование средств новых информационных технологий и традиционных технических средств обучения в процессе обучения физике: дис..... канд. пед. наук: 13.00.02 / Есмялова Умыт Баукеновна – Челябинск, 2005. – 150 с.
65. Ефименко В. Методологические принципы формирования физических понятий / В. Ефименко, Е. Макогина, Е. Корнилова // “АМ”. Вестник высшей шк. – 2002. - № 5. – С. 20 – 21.
66. Ефимов Е.И. Решение интеллектуальных задач / Е.И. Ефимов. – М.: Наука, 1982. – 320 с.
67. Живая Физика. <http://www.curator.ru/e-books/p16.html>.

68. Жук Ю.О. Розв'язування дослідницьких задач з фізики із застосуванням нових інформаційних технологій / Ю.О. Жук // Наук. – метод. зб. – К., 1996. - № 6. – С. 57 – 63.
69. Жукарев А.С. Задачи повышенной в курсе общей физики: учеб. пособие / Жукарев А.С., Матвеев А.Н., Петерсон В.К.; под общ. ред. А.Н. Матвеева. – [2-ое изд., испр.] – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 190 с.
70. Загальний курс фізики: Зб. задач. / [І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук та ін.]; за заг. ред. І.П. Гаркуші. – [2-ге вид., стер.]. – К.: Техніка, 2004. – 560 с.
71. Загальний курс фізики: Електрика і магнетизм: навч. посіб. [для студ. вищ. техн. і пед. закл. освіти] / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик; за ред. І.М. Кучерука. – К.: Техніка, 2001. – Т 2. – 452 с.
72. Загальний курс фізики: Зб. задач / І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук, В.П. Курінний та ін.; за заг. ред. І.П. Гаркуші. – К.: Техніка, 2003. – 560 с.
73. Задачи по общей физике / В.Е. Белонучкин, Д.А. Заикин, А.С. Кингсеп та ін. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 336 с.
74. Задорожній М. Алгоритм розв'язування фізичних задач для комп'ютера та учнів / М. Задорожній // Фізика та астрономія в шк. – 2003. - № 3. – С. 6.
75. Збірник задач з фізики. Механіка. Термодинаміка. Електродинаміка. (англійською мовою) / Уклад.: А.Г. Бовтрук, С.Л. Максимов, А.Є. Марінченко та ін. – К.: НАУ, 2004. – 84 с.
76. Знаменский П.А. Сборник вопросов и задач по физике для 8-10 классов средней школы / [Знаменский П.А., Мошков С.С., Петровский М.Ю и др.]; под ред. П.А. Знаменского – М., 1947. – 183 с.
77. Извозчиков В.А. Электронно – вычислительная техника на уроках физики в средней школе / В.А. Извозчиков, А.Д. Ревунов. М.: Просвещение, 1988. – 238 с.
78. Ильясова Т.В. Компьютерные слайды на уроках / Т.В. Ильясова, А.Е. Леонтьев // Физика. – Оренбург: ОГПУ, 2004. - № 43. – С. 9 – 10.

- 79.Иродов И.Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие [для вузов] / И.Е. Иродов. – [4-е изд.,испр.]. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 432 с.: ил.
- 80.Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы / И.Е. Иродов. – [3 – е изд., испр.]. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 352 с.: ил.
- 81.Іваницький О.І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі. Монографія / О.І. Іваницький. – Запоріжжя: Прем'єр, 2001. – 266 с.
- 82.Іванов О.С. Задачі з фізики в середній школі / О.С. Іванов. – К., 1971. – 128 с.
- 83.Івах І.В. Збірник запитань і задач з фізики. Для VI-VIII класів: посібник [для вчителів] / І.В. Івах, М.А. Килимник. – [2-е вид.]. – К., 1968. – 192с.
- 84.Івах І.В. Методика розв'язування задач з фізики: [посібник для вчителів] / Івах І.В., Кікець М.Г., Килимник М.А. – К.: Радянська школа, 1966. – С. 53 – 57.
- 85.Калапуша Л.Р. Організація самостійної роботи учнів з фізики на основі використання елементів методу моделювання / Л.Р. Калапуша, В.О. Савош, О.С. Мартинюк // Фізика та астрономія в шк. – 2000. - № 1. – С. 17 – 21.
- 86.Каленик В.І. Питання загальної методики навчання фізики / В.І. Каленик, М.В. Каленик. – Суми, 2000. – С. 24 – 27.
- 87.Калмикова З.И. Продуктивное мышление как основа обучаемости / З.И. Калмикова. – М., 1981. – 200 с.
- 88.Каменецкий С.Е. Методика решения задач по физике в средней школе: [книга для учителя] / С.Е. Каменецкий, В.П. Орехов. – М.: Просвещение, 1987. – С. 28.
- 89.Капица П.Л. Физические задачи / П.Л. Капица. – М., 1972. – 48 с.
- 90.Капица П.Л. Эксперимент, теория, практика / П.Л. Капица. – М.: Наука, 1977. – 351с.

91. Карлащук В.И. Обучающие программы / В.И. Карлащук. – М.: Солон – Р, 2001. – 528 с.
92. Касперський А.В. Радіоелектроніка в системі формування фізичних і технічних знань у середніх загальноосвітніх та вищих педагогічних навчальних закладах: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Касперський Анатолій Володимирович. – К., 2003. – 524 с.
93. Касперський А.В. Система формування знань з радіоелектроніки у середній та вищій педагогічній школах / А.В. Касперський. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2002. – 324 с.
94. Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук / Б.М. Кедров. – М.: Наука, 1967. – 436 с.
95. Кисельгоф С.И. Формирование у студентов педагогических умений и навыков в условиях университетского образования / С.И. Кисельгоф. – Л.: ЛГУ, 1973. – 152с.
96. Княшкіна С., Петренко І. Нотатки з приводу використання інформаційних технологій на уроках фізики / С. Княшкіна, І. Петренко // Фізика та астрономія в школі. – 2007. - № 2. – С. 20 – 22.
97. Козел С.М. Сборник задач по физике: учеб. пособие / Козел С.М., Рашба Е.Н., Славатинский С.А. – [2 – е изд., перераб. и доп.]. – М.: Наука. Гл. ред. физ. – мат. лит, 1987. – 304 с., ил.
98. Козлакова Г.О. Інформаційні технології: інтелектуалізація навчання у вищій школі / Г.О. Козлакова. – К.: Вища освіта України, 2002. - № 1. – С. 48 – 52.
99. Кондакова Е.В. О роли задач в обучении физике / Е.В. Кондакова, С.Н. Маркова, В.А. Спажакин // Физика в школе. – М., 2005. – № 3. – С. 32 – 34.
100. Коршак Є.В. Фізика. 7 клас: підручн. [для загальноосвіт. навч. закл.] / Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. – [2 вид., перероб. та доп.]. – К., 2005. – 159 с.

101. Коршак Є.В. Фізика. 8 клас: підручн. [для загальноосвіт. навч. закл.] / Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. – [2 вид., перероб. та доп.]. – К., 2005. – 191 с.
102. Коршак Є.В. Фізика. 9 клас: підручн. [для загальноосвіт. навч. закл.] / Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. – [2 вид., перероб. та доп.]. – К., 2004. – 200 с.
103. Косарев Н.Ф. Задачный метод как одно из средств дифференцированного обучения учащихся физике: дис..... канд. пед. наук: 13.00.02 / Косарев Николай Федорович – Уфа, 2005. – 193 с.
104. Костюк Г.С. Навчально – виховний процес і психічний розвиток особистості / Г.С. Костюк. – К., 1989. – 248 с.
105. Костюк Г.С. О психологии понимания / Г.С. Костюк // Избранные психологические труды. – М., 1988. – 304 с.
106. Красин М.С. Система эвристических приемов решения задач: 7 – 9 кл. / М.С. Красин // Физика. – 2007. - № 9.
107. Красножон О.Б. Система математичної підготовки майбутніх учителів фізики в умовах використання інформаційно – комунікаційних технологій: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія та методика навчання (фізика)”/ О.Б. Красножен. – К., 2005. – 20 с.
108. Креч Д. Факторы, определяющие решение задач. – В кн.: Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления / Креч Д., Крачфилд Р., Ливсон Н.; под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.В. Петухова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – С. 289 – 297.
109. Кубышина С.А. Астрономические задачи интегративного содержания как средство развития творческой познавательной деятельности учащихся / С.А. Кубышина: материалы III Всероссийской научно – практической конференции. – М.: СПб, 2002. – С. 133 – 137.

110. Кувшинов С.В. Современные интенсивные методы обучения / С.В. Кувшинов // Образовательные технологии. – М., 2004. - № 3 – 4. – С. 136 – 142.
111. Курс Физики'99 для школьников и абитуриентов. Механика. <http://www.curator.ru/e-books/p25.html>.
112. Ланда Л.Н. Алгоритмизация в обучении / Л.Н. Ланда. – М.: Просвещение. – 1965. – 523 с.
113. Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения: в 2-х т. / А.Н. Леонтьев. – М., 1983. – Т. 2. – 317 с.
114. Леонтьев А.Н. Философия психологии / А.Н. Леонтьев. – М., 1994. – 256 с.
115. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения / И.Я. Лернер. – М.: Педагогіка, 1981. – 184 с.
116. Лихтер А.М. Задачи по физике. Электричество и магнетизм: учебн. пособ. / А.М. Лихтер, В.В. Смирнов, А.И. Корданец. – Астрахань: Изд. Астраханского ун – та, 2001. – Часть 2. – С. 7 – 12.
117. Лукіна Т.О. Фізична задача, як засіб диференційованого навчання фізиці у школі: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія та методика навчання (фізика)” / Т.О. Лукіна.– К., 1998. – 18 с.
118. Лучик Э.В. Теория и методика общенаучной подготовки в инженерной высшей школе: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04 / Лучик Э.В. – К., 1996. – 240 с.
119. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-Дидактичні Основи / О.І. Ляшенко. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.
120. Матвеев А.Н., Молекулярная физика: учеб. [для физ. спец. вузов.] / А.Н. Матвеев. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. шк., 1987.- 360 с.: ил.
121. Мелешина А.М. О преподавании физики в ВУЗе / А.М. Мелешина, И.К. Зотова. – Воронеж, 1989. – С. 87 – 113.

122. Меньяйлов М.Е. Збірник запитань і задач з фізики для середньої школи / М.Е. Меньяйлов. – К., 1964. – 164 с.
123. Микитюк В. Міркування про роль задач у шкільному курсі фізики / В. Микитюк // Фізика і астрономія в школі. – К., 1997. - № 3. – 56 с.
124. Митропольский А.М. Техника статистических вычислений / А.М. Митропольский. – М.: Физматиз, 1961. – 460с.
125. Михайлова Н.Н. Методическое сопровождения учителя физики: дис..... канд. пед. наук: 13.00.02 / Михайлова Наталья Николаевна – Санкт – Петербург, 2005. – 311 с.
126. Мінаєв Ю. Технологія процесу формування вміння розв'язувати фізичні задачі / Ю. Мінаєв // Фізика та астрономія в шк. – 2004. - № 3. – С. 25 – 30.
127. Наумчик В.Н. Физика. Решение задач повышенной сложности / В.Н. Наумчик. – Мн.: Мисанта, 2003. – 320 с.
128. Нестеренко Ф.П. Розв'язування задач з фізики: посібник [для вчителів] / Ф.П. Нестеренко. – К.: Радянська школа, 1984. – С.23 – 81.
129. Никоноров А.А. Формирование у учащихся обобщенного умения применять средства решения в процессе решения физических задач: дис..... канд. пед. наук: 13.00.02 / Никоноров Андрей Алексеевич – Челябинск, 2003. – 164 с.
130. Новодворская Е.М. Методика проведения упражнений по физике во ВТУЗе: учеб. пособие [для студ. ВТУЗов] / Е.М. Новодворская, Э.М. Дмитриев. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. шк., 1981. – 318 с.
131. Образование и XXI век: Информационные и коммуникационные технологии. – М.: Наука, 1999. – 191 с.
132. Оленюк І.В. Методичні основи управління навчально – пізнавальною діяльністю студентів вищих навчальних закладів I – II рівнів акредитації у процесі навчання фізики: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія і методика навчання (фізика)”/ І.В. Оленюк.– К., 2005. – 20, [11] с.

133. Опачко М.В. Професійна орієнтація учнів в процесі розв'язування задач фізико – технічного змісту: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія і методика навчання (фізика)”/ М.В. Опачко.– К., 2001. – 20, [10-13] с.
134. Осадчук Л.А. Методика преподавания физики. Дидактические основы / Л.А. Осадчук. – К.: Вища школа, 1984. – 360 с.
135. Основи нових інформаційних технологій навчання: посібник [для вчителів] / [вт. кол. / за ред. Ю. І. Машбиця]. – К.: ІЗМН, 1997. –264 с.
136. Основы методики преподавания физики / [под ред. А.В. Перышкина, В.Г. Розумовский, В.А. Фабриканта]. – М.: Просвещение, 1983.–398 с.
137. Основы методики преподавания физики в средней школе / В.Г. Розумовский, А.И. Бугаев, Ю.И. Дик и др.; под ред. А.В. Перышкина и др. – М.: Просвещение, 1984. – 398 с.
138. От плуга до лазера 2.0. <http://www.curator.ru/e-books/p20.html>.
139. Открытая физика. [Електронний ресурс] : електронний навчальний посібник для шкіл і вищих навчальних закладів. – М. – 1 електр. опт. диск (CD – ROM): кольор.; 12 см. – Систем. вимоги: Pentium 200 MHz; 32 MB RAM; CD – ROM Windows 2000/XP. – Назва з контейнера. <http://www.curator.ru/e-books/p3.html>.
140. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: Теоретичні основи / А.І. Павленко. – К., 1997. – 177 с.
141. Павленко А.І. Теоретичні основи методики навчання учнів складанню і розв'язуванню фізичних задач у середній школі: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Павленко Анатолій Іванович – К., 1997. – 454 с.
142. Пастушенко С.М. Формули і закони загальної фізики: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / С.М. Пастушенко. – [2-е вид.]. – К.: Діал, 2005. – 268 с.
143. Пастушенко С.М. Збірник задач із загальної фізики: Механіка. Електродинаміка. Фізика коливань / Пастушенко С.М., Максимов

- С.Л., Нетребба Ж.М. – К.: НАУ, 2001. – 208 с.
144. Пастушенко С.М. Вища математика: довідник [для студентів вищих навчальних закладів] / С.М. Пастушенко, Ю.П. Підченко. – [3-е вид.]. – К.: Діал, 2004. – 464 с.
145. Педагогика: учебное пособие [для студентов педагогических вузов и педагогических колледжей]: [под. ред. П.И. Пидкасистого]. – М.: Педагогическое общество России, 1998. – 640 с.
146. Перетятков М.И. Алгоритм решения графических задач на газовые законы / М.И. Перетятков // Физика в школе. – М., 1995. - №6. – С. 57 – 60.
147. Петросян В.Г. Эвристический метод решения физических задач / В.Г. Петросян и др. // Физика (ПС). – М., 2002. - № 2. – С. 5 – 7.
148. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов,,: учебное пособие [для втузов] / Н.С. Пискунов. – [13-е изд.]. – М.: Наука. Главн. ред. физ. – мат. лит., 1985. – Т.1. – 432 с.
149. Піскун О. В. Методичні засади використання якісних задач в умовах особистісно зорієнтованого навчання фізики в загальноосвітній школі: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.02/ Піскун Олександра Василівна. – К., 2007. – 188, [34 – 35] с.
150. Подласый И.П. Педагогика. Новый курс: учебник [для студ. пед. вузов]: в 2 – х кН / И.П. Подласый. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999.–[Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения].–576 с.: ил.
151. Попков В.А. Дидактика высшей школы: учеб. пособие [для студ. высш. учеб. заведений] / В.А. Попков, А.В. Коржуев. – [2 - е изд., испр. и доп.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 192 с.
152. Проказа О.Т. Особистісно – орієнтоване навчання в контексті створення і реалізації “тонких” технологій О.Т. / Проказа // Наукові записки. – Випуск 51. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Вінченка, 2003. – Ч. 1. – С. 67 – 72.

153. Пчелин М.А. Уроки физики «Кирилла и Мефодия» [Электронный ресурс] : электронный навчальный посібник для шкіл і вищих навчальних закладів / М.А. Пчелин. – М. – 1 электр. опт. диск (CD – ROM): кольор.; 12 см. – Систем. вимоги: Pentium 200 MHz; 32 MB RAM; CD – ROM Windows 2000/XP. – Назва з контейнера.
<http://www.osp.ru/pcworld/2000/04/>.
154. Разумовский В.Г. Знание прикладных вопросов физики и практические умения – важные компоненты образования школьников / В.Г. Разумовский // Физика в школе. – М., 1981. - № 2. – С. 10 – 15.
155. Решение задач по физике: учеб. пособие / [В.М. Кириллов, В.А. Давыдов, А.А. Задерновский и др.]. – [2-ое изд., испр. и доп.]. – М.: КомКнига, 2006. – 248 с.
156. Рибалко А.Д. Система дослідницьких задач як засіб розвитку продуктивного мислення старшокласників у навчанні фізики: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія і методика навчання (фізика)”/А.Д. Рибалко. – К., 2007. – 22 с.
157. Розв’язування задач з фізики // Методика навчання фізики в середній школі (Загальні питання) [Електронний ресурс]: конспект лекцій. Лекція № 9: під ред. проф. Савченка В.Ф. – Чернігів, 2003. – Режим доступу до конспекту лекцій: <http://fizmet.iatp.org.ua/L9.html>
158. Розв’язування задач з фізики: Практикум / [під ред. Є.В. Коршака]. – К.: Вища шк., 1986. – 312 с.
159. Розенблат Г.И. Совершенствование методики решения физических задач путем использования алгоритмических приемов: автореф. дис. на присвоение степени канд. пед. наук: 13.00.03 спец. “Коррекционная педагогика” / Г.И. Розенблат – М., 1973. – 20 с.
160. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования / С.Л. Рубинштейн. – М.: Изд – во АН СССР, 1958. – 148 с.
161. Рябина Е.А. Некоторые принципы развития самостоятельности учащихся на уроках физики / Е.А. Рябина // Физика в школе. – М.,

2006. - № 2. – С. 19 – 20.
162. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике: учеб. пособие / И.В. Савельев. – М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит., 1982. – 272 с.
163. Савченко Н.Е. Ошибки на вступительных экзаменах по физике / Н.Е. Савченко. – Мн.: Вышэйша школа, 1992. – 368 с.
164. Самойленко П.И. Эволюция методики решения задач по физике / П.И. Самойленко, А.В. Сергеев, А.К. Волошина // Специалист. – М. – 2000. - № 2. – С. 30 – 33.
165. Сборник задач по курсу общей физики: учеб. пособие [для студентов пед. ин-тов.] / [Г.А. Загуста, Г.П. Макеева, А.С.Микулич и др.; под ред. М.С. Цедрика. – М.: Просвещение, 1989. – 271 с.
166. Сборник задач по общей физике / [Н.Н. Взоров, О.И. Замша, И.Е. Иродов, И.В. Савельев; под ред. И.В. Савельева]. – М.: Наука. Гл. ред. физ. – мат. лит., 1968. – 208 с.
167. Сборник задач по общему курсу физики. Электричество и магнетизм. / [С.П. Стрелков, Д.В. Сивухин и др.; под ред. Д.В. Сивухина]. – М.: Наука, 1977. – 272 с.: ил.
168. Сергеев А.В. Наблюдения учащихся при изучении физики на первой степени обучения: пособие [для учителей] / А.В. Сергеев. – К.: Рад. шк., 1987. – 152 с.
169. Сергеев А.В. Наблюдения учащихся при изучении физики на второй степени обучения: пособие [для учителей] / А.В. Сергеев. – К.: Рад. шк., 1988. – 176 с.
170. Сергеев А.В. Становление и развитие истории методики преподавания физики в средней школе как научной дисциплины: автореф. дис. на присвоение степени док. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теория и методика обучения и воспитания (физика)”/ А.В. Сергеев. – Л., 1991. – 34 с.

171. Сергеева Т. Дидактические требования к компьютерным обучающим программам / Т. Сергеева, А. Чернявская // Информатика и образование. – М., – 1988. - № 1. – С. 48.
172. Сергеев О.В. Основи нової технології навчання фізики в середній школі / О.В. Сергеев, А.І. Павленко, П.С. Атаманчук // Збірник наук. праць Кам'янець – Подільського ДПІ, 1995. – Вип. 2 – С. 328 – 345.
173. Сергієнко В.П. Теоретичні і методичні засади навчання загальної фізики в системі фахової підготовки вчителя: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02. / Сергієнко Володимир Петрович. – К., 2004. – 516 с.
174. Сергієнко В.П. Розв'язування задач з електростатики: навчальний посібник [для студентів вищих навчальних закладів] / В.П. Сергієнко, Т.В. Скубій. – К.: ВПК “Політехніка”, 2005. – 132 с.
175. Сергієнко В.П. Реалізація міжпредметних зв'язків фізики і математики в технічному вищому навчальному закладі / В.П. Сергієнко, Т.В. Скубій // Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія № 5. Пед. науки: реалії та перспект. – Вип. 3. – К., 2006. – С. 140 – 143.
176. Сергієнко Л.Г. Реалізація професійної спрямованості навчання фізики студентів гірничих спеціальностей технічних вузів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія та методика навчання (фізика)”/ Л.Г. Сергієнко. – К., 1997. – 22 с.
177. Сивухин Д.В. Механика. Общий курс физики: учеб. пособие [для вузов] / Д.В. Сивухин. – [3-е изд., испр. и доп.]. – М.: Наука. Гл. ред. физ. – мат. лит., 1989. – Т. 1 – 576 с.
178. Сиротюк В. Засоби наочності у розв'язуванні фізичних задач / В. Сиротюк // Фізика і астрономія в школі. – К., 1997. - № 3. – 56 с.
179. Сичова В. Формування загальнонавчальних і специфічних умінь та навичок учнів / В. Сичова // Рідна школа. – 2004. - № 3. – С. 15 – 17.
180. Скубій Т.В. Використання електронного навчального посібника на практичних заняттях / Тетяна Скубій // Фізика та астрономія в школі.

– 2009. - № 3. – С. 43 – 46.

181. Скубій Т.В. Використання методу Гаусса на практичних заняттях з фізики / Тетяна Скубій: матеріали XIII міжнародної науково-методичної конференції [«Методи вдосконалення фундаментальної освіти в школах і ВНЗах»], (Севастополь, 22 – 26 вересня 2008 р.) – Сев.: СевНТУ, 2008. – С. 169 – 172.
182. Скубій Т.В. Використання програмного засобу навчального призначення на аудиторних заняттях з електростатики / Тетяна Скубій // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія № 5. Пед. науки: реалії та перспективи. – К., 2009. – Вип. 19 – С. 288 – 290.
183. Скубій Т.В. Використання сучасних інформаційних технологій на практичних заняттях з фізики / Тетяна Скубій // Наукові записки. – Вип. 77. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2008. – Частина 1. – С. 242 – 245.
184. Скубій Т.В. Електронні навчальні ігри в сучасній системі освіти / Тетяна Скубій: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції [«Безперервна фізико-математична освіта: проблеми, пошуки, перспективи»], (Бердянськ, 18 – 19 вересня 2007 р.) – Бердянськ: БДПУ, 2007. – С. 87 – 88.
185. Скубій Т.В. Загальні методи та способи розв'язування задач з електродинаміки / Тетяна Скубій // Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія № 5. Пед. науки: реалії та перспективи. – К., 2008. – Вип. 12. – С. 308 – 313.
186. Скубій Т.В. Застосування алгоритмічного способу розв'язування задач з електродинаміки / Тетяна Скубій: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції [«Фізико-технічна і фізична освіта у гуманістичній парадигмі»], (Керч, 13 – 16 вересня 2007 р.) – Керч: РВВ КДМТУ, 2007. – С. 133 – 135.
187. Скубій Т.В. Застосування методу диференціювання та інтегрування (ДІ) при розв'язуванні задач з електродинаміки / Тетяна Скубій //

- Вісник ЧДПУ ім. Т. Г. Шевченка. Вип. 57. Серія: пед. науки, - Чернігів, 2008. – С. 245 – 248.
188. Скубій Т.В. Знання та вміння, які необхідні студентам для розв’язування задач з електродинаміки / Тетяна Скубій, Фаїна Гарєєва: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції [«Проектування освітніх середовищ як методична проблема»], (Херсон, 16 – 19 вересня 2008 р.) – Херсон: ХДУ, 2008. – С. 137 – 138.
189. Скубій Т.В. Комп’ютерні та мультимедійні технології на практичних заняттях з фізики / Тетяна Скубій // Зб. наук. пр. Уманського державного педагогічного ун – ту ім. Павла Тичини. – Умань: СПД Жовтий, 2008. – Ч. 4. – С. 124 – 129.
190. Скубій Т.В. Методичне забезпечення практикуму з розв’язування задач у вищому технічному навчальному закладі (на прикладі теми: “Електродинаміка”) / Тетяна Скубій // Зб. наук. пр. – К.: Наук. світ, 2004. – С. 228 – 233.
191. Скубій Т.В. Організація і результати експертного оцінювання знань, навичок та умінь студентів на практичних заняттях з електродинаміки / Тетяна Скубій // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія № 5. Пед. науки: реалії та перспект. – К., 2007. – Вип. 7. – С. 146 – 150.
192. Скубій Т.В. Особливості застосування поняття “градієнт” під час розв’язання задач з електродинаміки / Тетяна Скубій // Фізика та астрономія в школі. – 2007. - № 2. – С. 33 – 35.
193. Скубій Т.В. Розробка та використання електронного посібника для практичних занять з курсу загальної фізики / Тетяна Скубій: тези доповідей VIII Міжнародної науково-методичної конференції [«Вища технічна освіта: проблеми та перспективи розвитку в контексті Болонського процесу»], (Київ, 21 – 22 вересня 2007 р.) – К.: ВПК “Політехніка”, 2007. – С. 182 – 184.

194. Скубій Т.В. Електронний навчальний посібник “Розв’язування задач з електростатики” [Електронний ресурс]: програмний засіб навчального призначення [для вищих навчальних закладів] / Т.В. Скубій. – 80 Min / 700 MB. – К.: НТУУ “КПІ”, 2009. (Гриф МОН України “Схвалено Інститутом інноваційних технологій і змісту освіти”) – 1 електрон. опт. диск (CD - ROM): кольор.; 12 см – Систем. вимоги: Pentium 800 MHz; не менше 30 MB RAM; CD – ROM Windows 2000/XP. – Назва з титул. екрану.
195. Скубій Т.В., Проблеми методики проведення практикуму розв’язування задач з курсу загальної фізики / Т.В. Скубій, В.П. Сергієнко: матеріали ІХ Всеукраїнської наукової конференції [«Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики»], (Київ, 7 – 9 червня 2004 р.) – К.: НПУ, 2004. – С. 45.
196. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа / А.М. Сохор. – М.: Педагогика, 1974. – 192 с.
197. Спажакин В.А. Исследовать! / В.А. Спажакин, С.Н. Маркова // Физика. – 2002. - № 23. – С. 7 – 8.
198. Сторіжко В.Ю. Основні положення концепції створення та впровадження в навчальний процес сучасних засобів навчання з природничо – математичних та технологічних дисциплін / В.Ю. Сторіжко, В.Ю. Биков, Ю.О. Жук // Фізика та астрономія в шк. – 2006. - № 2. – 56 с.
199. Сумський В.І. ЕОМ при вивченні фізики: навч. посібник / В.І. Сумський; за ред. М.І. Шута. – К.: ІЗМН, 1997. – 184 с.
200. Сусь Б.А. Дидактичні та методичні основи організації і активізації самостійної навчальної діяльності курсантів при вивченні курсу загальної фізики у вищих технічних військових закладах: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04/ Сусь Богдан Арсентійович –К., 1998. – 275 с.
201. Сусь Б.А. Електростатика: навчальний посібник [для самостійної

- роботи студентів] / Б.А. Сусь. – Львів: Світ, 2002. – 68 с.
202. Талызина Н.Ф. Пути разработки профиля специалиста / Талызина Н.Ф., Печенюк Н.Г., Хихловский Л.Б. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1987. – С. 44 – 46.
203. Тишкова С.А. Обучение учащихся обобщенному методу построения физической модели ситуации при изучении школьного курса физики: автореф. дис. на присвоение науч. степени канд. пед. наук: спец. 13.00.02. “Теория и методика обучения и воспитания (физика)”/ С.А. Тишкова. Астрахань, 2006. – 20, [8] с.
204. Точиліна Т.М. Науково – теоретичні засади створення навчально – методичного комплексу з курсу загальної фізики для вищих технічних навчальних закладів: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія та методика навчання (фізика)”/ Т.М. Точиліна .– К., 2006. – 20 с.
205. Тулькибаева Н.Н. Дидактические основы обучения учащихся решению задач по физике: автореф. дис. на присвоение науч. степ. доктора пед. наук: 13.00.02 “Теория и методика обучения и воспитания (физика)” / Н.Н. Тулькибаева. – Л., 1986. – 32 с.
206. Тулькибаева Н.Н. Теория и практика экспертизы качества образования на основе стандартизации / Н.Н. Тулькибаева и др. – М.: Издательский дом «Восток», 2002. – 206 с.
207. Тульчинский М.Е. Занимательные задачи-парадоксы и софизмы по физике / М.Е. Тульчинский . – М., 1971. – 160 с.
208. Тульчинский М.Е. Качественные задачи по физике в средней школе: пособие [для учителей] / М.Е. Тульчинский. – [изд. 4-е, перераб. и доп.]. – М., 1972. – 240 с.
209. Уваров А.Ю. Электронный учебник: теория и практика / А.Ю. Уваров. – М.: Изд. УРАО, 1999. – 220 с.
210. Усова А.В. Проблемы теории и практики обучения в современной школе: Избранное / А.В. Усова. – Челябинск: Изд – во ЧГПУ, 2000. –

221 с.

211. Усова А.В. Теория и методика обучения физике. Общие вопросы: Курс лекций / А.В. Усова. – Санкт – Петербург: Изд – во «Медуза», 2002. – 157 с.
212. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения / А.В. Усова. – М.: Педагогика, 1986. – 173с.
213. Усова А.В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А.В. Усова, А.А. Бобров. – М.: Просвещение, 1988. – 112 с.
214. Усова А.В. Практикум по решению физических задач: учеб. пособие [для студентов физ.–мат. ф–ов] / А.В. Усова, Н.Н. Тулькибаева. – М.: Просвещение, 1992. – 208 с.: ил.
215. Усова А.В. Структура деятельности учителя по формированию у учащихся умения решать задачи / А.В. Усова, Н.Н. Тулькибаева. – М.: С. 28 – 29.
216. Федешин Я.І. Збірник задач з фізики із розв’язками / Федешин Я.І., Когут В.М., Вакарчук С.О. – Львів: Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2005. – 310 с.
217. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа: учебник [для вузов. Специальная литература] / Г.М. Фихтенгольц. – СПб.: Издательство “Лань”, 2001. – 464 с.
218. Франковский В.А. Методика розв’язування задач з фізики: посібник [для вчителів середніх шкіл та студентів – фізиків] / В.А. Франковский. – К., 1947. – 220 с.
219. Чертов А.Г. Задачник по физике: учеб. пособие [для вузов] / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. – [7-е издание доп. и перераб.]. – М.: Физ. – мат. лит., 2001. – 240 с.
220. Шапиро А.И. Оригинальные методы решения физических задач: пособие [для учителя] / А.И. Шапиро, В.А. Бодик. – К., 1992. – 160 с.
221. Шаповалова Л.А. Методика розв’язування задач міжпредметного

- змісту в процесі навчання фізики в загальноосвітній школі: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 “Теорія і методика навчання (фізика)”/ Л.А. Шаповалова.– К., 2002. – 20, [10] с.
222. Шардаков М.Н. Мышление школьника / М.Н. Шардаков. – М., 1963. – 255 с.
223. Швець Є.Я. Інтерактивний модульний курс загальної фізики: навчальний посібник / Є.Я. Швець, І.І. Філіпенко, Т.М. Точиліна та ін. – [Вид. друге, випр. та доп.]. – Запоріжжя: ЗДІА, 2004. – 443 с.
224. Шифман М.Л. Алгоритмические методы обучения решению задач / М.Л. Шифман // Педагогический поиск. Физика. – 2006. - № 17. – С. 29 – 32.
225. Шут М.І. Науково-дослідна робота з фізики у середніх та вищих навчальних закладах: навч. посіб. [для студентів вищих навчальних закладів] / М.І. Шут, В.П. Сергієнко. – К.: Шкільний світ. – 2004. – 128 с.
226. Шут М.І. “Мова” фізики: довідковий навч. посіб. / Шут М.І., Бережний П.В., Касперський А.В. – К.: НПУ, 2000. – 37 с.
227. Шут М.І. Демонстраційний експеримент з фізики: навч. посіб. / М.І. Шут, В.Ю. Биков, В.П. Сергієнко та ін.; за ред. М.І. Шута, В.Ю. Бикова. – К.: ВЦ “Просвіта”, 2003. – 237 с.
228. Шут М.І. Навчання фізики в системі професійної підготовки вчителя / М.І. Шут, В.П. Сергієнко // Зб. наук. праць до 10-річчя АПН України “Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992-2002” / Академія педагогічних наук України. – Харків: “ОВС”, 2002. – Ч. 1. – С. 434 – 442.
229. Шут М.І. Психолого-педагогічні аспекти підвищення пізнавальної активності студентів при вивченні загальної фізики / М.І. Шут, В.П. Сергієнко: матеріали Міжнар. наук.- теорет. конф. – К.: НПУ, 2000. – Ч. 3. – С. 91 – 93.
230. Шут М.І. Психолого-педагогічні основи розуміння фізики / М.І. Шут,

- В.П. Сергієнко // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ. 2003. – Вип. 9 – С. 52 – 54.
231. Шут М.І. Електрика та магнетизм: навч. – метод. посіб. [для самостійної роботи] / [М.І. Шут, О.М. Сташкевич, А.В. Касперський, Т.Г. Січкарь]. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2002. – 236 с.
232. Экспертные оценки в научно – техническом прогнозировании / Г.М. Добров, Ю.В. Ершов, Е.И. Левин та ін. – К.: Наукова думка, 1974. – 160 с.
233. Эсаулов А.Ф. Проблемы решения задач в науке и технике / А.Ф. Эсаулов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1979. – 200 с.
234. Ющенко А.В. Збірник задач з фізики. Збірник задач: навчальний посібник / [А.В. Ющенко, П.В. Гель, О.Г. Бунтар та ін.]. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – Ч. 1. – 108 с.
235. Яворський А.М. Методика розв'язування задач без обчислень з фізики: посібник [для вчителів середньої школи] / А.М. Яворський. – К., 1951. – 126 с.