

**ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені МИХАЙЛА КОЦЮБІНСЬКОГО**

На правах рукопису

РИБАК Світлана Михайлівна

УДК 378: 147:50

**МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ ПРИРОДНИЧО-
МАТЕМАТИЧНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН
У ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ**

13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник –
Коломієць Алла Миколаївна,
кандидат фізико-математичних
наук, доцент

ВІННИЦЯ – 2006

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розділ 1. Теоретичні основи міжпредметних зв'язків у підготовці вчителя фізики.....	16
1.1. Статус міжпредметних зв'язків у сучасній дидактиці.....	16
1.2. Добір змісту навчання на основі взаємозв'язку суспільних, природничо-математичних і технічних наук.....	35
1.3. Стан реалізації міжпредметних зв'язків у підготовці вчителя фізики та викладанні природничо-математичних дисциплін у загальноосвітній школі.....	44
Висновки.....	55
Розділ 2. Реалізація міжпредметних зв'язків природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики.....	57
2.1. Модель міжпредметних зв'язків у підготовці вчителя фізики...	57
2.2. Особливості міжпредметного підходу до вивчення математичних дисциплін у підготовці вчителя фізики.....	75
2.3. Структурна сутність взаємозв'язків природничо-математичних і спеціальних дисциплін.....	92
2.4. Інструментальні засади міжпредметних зв'язків природничо-математичних і спеціальних дисциплін.....	116
2.5. Підготовка майбутнього вчителя фізики до реалізації міжпредметних зв'язків у середній загальноосвітній школі.....	148
Висновки.....	155
Розділ 3. Експериментальна перевірка ефективності МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики....	157
3.1. Організація і методика проведення педагогічного експерименту.....	157
3.2. Зміст, результати та аналіз педагогічного експерименту.....	170
Висновки.....	184
Загальні висновки.....	186
Список використаних джерел.....	191
Додатки.....	212

Перелік умовних позначень

ВНЗ	– вищий навчальний заклад
СЗШ	– середня загальноосвітня школа
МПЗ	– міжпредметні зв'язки
ТЗН	– технічні засоби навчання
ІТН	– інформаційні технології навчання
ІПТЕФН	– інститут перспективних технологій, економіки та фундаментальних наук
ВДПУ	– Вінницький державний педагогічний університет

ВСТУП

Актуальність і доцільність дослідження. Інтеграційні процеси, які відбуваються в суспільстві, інтеграція, зокрема, наукових, технічних і соціальних знань, засвідчують: названі реалії становлять одну з умов існування й розвитку світу, людини в ньому. Освітньою моделлю інтеграційних процесів, які відбуваються в природі та соціумі, є педагогічна інтеграція.

Дидактичні основи інтеграції змісту освіти і змісту навчання визначаються кінцевою метою освітнього процесу – потребою в передачі соціального досвіду суспільства, залучення особистості до діяльності соціуму. Через те, що соціальний досвід інтегративний за своєю сутністю, то й освітньою системою повинні створюватись умови для інтегративної пізнавальної діяльності учнів, студентів, що дозволить сформувати в них цілісне світорозуміння, світогляд.

Кожна навчальна дисципліна, яка представляє одну з галузей наукових знань про реальний світ і способи його пізнання й перетворення, повинна розкривати, витлумачувати можливі взаємозв'язки наук і тенденції їхнього розвитку. Зв'язки науки і техніки, науки й культури мають своє відтворення в навчальному процесі, визначальна роль у якому належить учителеві. Тому підготовка майбутнього вчителя до організації пізнавального процесу в школі в умовах педагогічної інтеграції є одним із найбільш важливих напрямів його професійної підготовки. Особливо вагома ця реалія в структурі професійної діяльності вчителя фізики, який розкриває перед учнями природничо-наукові основи розвитку природного й технічного середовища. Взаємозв'язок науки, техніки, суспільства, який став чинником розвитку природознавства і перетворювальної діяльності людства, найбільш повно відображається в змісті дисципліни „Фізика”, слугує умовою формування у свідомості учнів, студентів наукової картини світу. Інтеграція навчальних дисциплін і синтез

наукового знання на рівні міжпредметних зв'язків (МПЗ) ґрунтуються на матеріальній єдності світу й цілісності особистості.

Досягнення таких цілей педагогічної освіти, як цілісний розвиток особистості, підвищення рівня фундаментальної й професійної підготовки, можливе за умови впровадження МПЗ у навчально-виховний процес загальноосвітньої та вищої школи. Разом із тим ми констатуємо, що теперішнє використання МПЗ недостатнє для реалізації цілей Національної доктрини розвитку освіти в Україні, Державних національних програм „Освіта” („Україна ХХІ століття”), „Вчитель”, Державного стандарту базової і повної середньої освіти, галузевих стандартів вищої освіти, впровадження принципів Болонської декларації. Однією з причин такого стану є неповна опрацьованість дидактичних основ МПЗ для різних циклів навчальних дисциплін в умовах реформування освіти.

У педагогічній літературі з проблеми МПЗ (П.Р.Атутов, С.Я.Батишев, М.М.Берулава, Ю.К.Васильєв, Р.С.Гуревич, М.І.Думченко, А.І.Єремкін, І.Д.Зверев, Л.Я.Зоріна, В.Р.Ільченко, І.М.Козловська, Н.О.Лошкарьова, В.М.Максимова, М.І.Махмутов, О.В.Сергєєв, В.М.Федорова, А.В.Усова) найбільш ґрунтовно висвітлено теоретичні, змістові й процесуальні аспекти в галузі загальної середньої та професійної освіти. Водночас вища педагогічна освіта потребує подальшого вивчення й розвитку теорії МПЗ. Її елементами є: статус МПЗ; сутність, функції в рамках конкретних педагогічних систем; форми, методи, засоби реалізації. Недостатня увага звертається на роль МПЗ у формуванні діалектичного мислення студентів. Аналіз структури МПЗ проведено на рівні окремих дисциплін, цілісна ж система МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у професійній підготовці вчителя фізики поки що не знайшла належного висвітлення.

Вивчення стану досліджуваної проблеми переконує в наявності низки суперечностей методологічного, дидактичного і конструктивного характеру, які знайшли свій вияв у:

- інтенсивному розвитку інтеграційних процесів у науці, техніці, суспільстві та рівні їхнього відображення в змісті природничо-математичних і спеціальних дисциплін професійної підготовки вчителя фізики;

- потребі залучення природничо-математичних і спеціальних дисциплін до цілісної системи освіти й традиційній орієнтації навчальних предметів на абстрактно-знаннєве навчання студентів, яке й дотепер відірване від цілісної ноосферної структури, у рамках якої формується світогляд людини;

- теоретичному усвідомленні необхідності МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у педагогічному вищому навчальному закладі (ВНЗ) та недостатньо визначеній методиці їхньої реалізації;

- необхідності розвитку предметного мислення (фізичного, метаматичного, технічного) та формуванні уявлень студентів про єдність світу;

- відносно вивченій проблемі МПЗ у дидактиці середньої загальноосвітньої школи (СЗШ) і неповному дослідженні її у вищій школі;

- потребі в учителях, які володіють методикою реалізації МПЗ у СЗШ та відсутності цілеспрямованої підготовки їх у педагогічному ВНЗ.

Потреба в подоланні зазначених вище суперечностей зумовила актуальність і вибір теми дисертаційного дослідження – „Міжпредметні зв'язки природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики”.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконано за планом реалізації основних положень Національної доктрини розвитку освіти в Україні, тематичним планом науково-дослідної роботи Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського за темою „Теоретико-методичні основи педагогічної підготовки майбутніх вчителів” (№0101U007274) і за темою „Актуальні проблеми підготовки вчителя фізики в сучасних умовах”,

яка спільно досліджується кафедрами загальної фізики, методики викладання фізики та інформатики, математики, методики математики Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

Тему дисертаційної роботи затверджено вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (26.06.2000, протокол №11), її узгоджено в Раді з координації наукових досліджень у галузі педагогіки і психології України (14.06.2005р., протокол №6).

Об'єкт дослідження – професійна підготовка вчителя фізики в педагогічному ВНЗ.

Предмет дослідження – МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати й експериментально перевірити дидактичну ефективність встановлення й реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики.

Гіпотеза дослідження: фундаментальна й професійна підготовка вчителя фізики істотно поліпшиться і відповідатиме вимогам сучасної педагогічної освіти за умов:

- упровадження в навчальний процес МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін;
- підготовки майбутнього вчителя фізики до реалізації МПЗ у СЗШ;
- поєднання традиційних та інноваційних технологій навчання з використанням можливостей комп'ютерної техніки;
- дидактичного забезпечення реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін.

Відповідно до об'єкта і предмета дослідження, з метою досягнення поставленої мети і перевірки гіпотези, визначено такі **завдання:**

1. Проаналізувати стан проблеми МПЗ у філософській, психологічній, педагогічній, методичній літературі та реалізації МПЗ на практиці.

2. Виокремити структурні компоненти підготовки вчителя фізики, з урахуванням яких створити модель МПЗ та визначити педагогічні умови реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін.

3. Експериментально перевірити ефективність впливу запропонованої методики реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін на формування міжпредметних знань й узагальнених експериментальних умінь майбутніх учителів фізики.

4. Уточнити рівні та критерії сформованості міжпредметних знань і узагальнених експериментальних умінь.

5. Розробити зміст підготовки майбутнього вчителя фізики з реалізації МПЗ у СЗШ і методичні рекомендації для студентів педагогічних ВНЗ з цієї проблеми.

Методологічну основу дослідження становлять такі положення сучасної науки: єдність, взаємозв'язок і взаємозумовленість явищ матеріального світу; процеси пізнання і цілісний розвиток особистості; системний підхід до вивчення педагогічних явищ (філософський аспект); теоретичні основи інтеграції наук і синтез наукових знань; теоретичні розробки змісту освіти; діяльнісний підхід до процесу формування особистості майбутнього вчителя; психолого-педагогічні дослідження процесів мислення; концепція фундаментальності й професійної спрямованості освіти з позиції її гуманізації, гуманітаризації (теоретичний і практичний аспекти).

Нормативна база дослідження. У процесі дослідження використано основні теоретичні засади розвитку освіти в Україні, які викладено в Законах України „Про освіту”, „Про загальну середню освіту”, „Про вищу освіту”, у Державній програмі „Вчитель”, у Національній доктрині розвитку освіти в Україні, в інших нормативних документах.

Теоретичну базу дисертаційного дослідження становлять положення і висновки, які стосуються:

- сутності, класифікації і функцій МПЗ (А.І.Єремкін, І.Д.Зверев, Л.Я. Зоріна, Н.О.Лошкарьова, В.М.Максимова, О.В.Петров, М.М.Скаткін, А.В.Усова);
- структури МПЗ природничо-наукових дисциплін і математики (Ю.І.Дік, Н.Т.Донченко, О.І.Єфремова, В.Р.Ільченко, Д.М.Кирюшкін, В.М.Келбакіані, І.М.Козловська, А.А.Пінський, В.М.Федорова);
- політехнічної спрямованості МПЗ у галузі загальної і професійної освіти (П.Р.Атутов, С.Я.Батишев, М.М.Берулава, Ю.К.Васильєв, Р.С.Гуревич, М.І.Думченко, М.І. Махмутов);
- функції МПЗ у формуванні змісту освіти (П.Р.Атутов, О.І.Бугайов, С.У.Гончаренко, О.І.Ляшенко);
- ролі МПЗ у підвищенні якості професійної підготовки майбутніх учителів (Г.А.Білецька, Д.І.Коломієць, Є.В.Коршак, О.В.Сергєєв, В.М.Янцен);
- педагогічних технологій вищої школи (А.М.Алексюк, І.А.Зязюн, Н.Г.Ничкало, О.М.Пехота, С.О.Сисоєва, Д.В.Чернілевський);
- теорії поетапного формування розумових дій (П.Я.Гальперін, О.М.Леонтєв, Н.Ф.Тализіна);
- використання інформаційних технологій у навчальному процесі (В.Ю.Биков, М.І.Жалдак, Ю.О.Жук, І.Г.Захарова, Ю.І.Машбіц, В.І.Сумський та ін.);
- методика навчання загальної фізики, математики, радіоелектроніки у ВНЗ (П.С.Атаманчук, А.В.Касперський, С.І.Козеренко, В.П.Сергієнко, В.М.Сисоєв, З.І.Слепкань, В.П.Чернявський, М.І.Шут та ін.).

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених завдань і перевірки гіпотези дослідження застосовано комплекс методів дослідження. Це, зокрема:

- *теоретичні методи*: вивчення філософської, природничо-наукової, технічної, психологічної, педагогічної, методичної літератури, дисертаційних праць з метою визначення наукових основ МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін, обґрунтування їхньої моделі в підготовці вчителя фізики; аналіз навчальних планів і програм підготовки вчителя фізики; визначення проблемних питань дослідження; моделювання процесу реалізації МПЗ у підготовці вчителя фізики; систематизація й узагальнення, аналіз і синтез теоретичних даних, порівняльний аналіз і прогнозування;

- *емпіричні методи*: опитування й анкетування викладачів природничо-математичних і спеціальних дисциплін з метою виявлення їхнього ставлення до проблеми впровадження та рівня реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики відповідно до сучасних вимог; спостереження за навчально-виховним процесом у СЗШ і в педагогічних ВНЗ з позиції реалізації МПЗ; тестування майбутніх учителів фізики з метою визначення рівня сформованості міжпредметних знань та узагальнених експериментальних умінь і підготовленості студентів до реалізації МПЗ у СЗШ; анкетування студентів з метою виявлення рівня знань і вмінь, які потрібні для реалізації МПЗ у СЗШ; статистичні методи обробки результатів педагогічного експерименту.

Організація дослідження. Дослідження проводилось у три етапи і впродовж 1999-2005 років.

На **першому (аналітико-констатуючому)** етапі (1999-2000рр.) проведено аналіз філософської, психологічної, педагогічної, методичної літератури з проблеми дослідження; вивчено стан проблеми реалізації МПЗ природничо-математичних дисциплін у підготовці вчителя фізики, рівень підготовленості майбутнього вчителя до реалізації МПЗ у СЗШ; визначено й сформульовано мету, об'єкт, предмет дослідження, робочу гіпотезу, завдання, складено план дослідження; визначено теоретико-методичні основи МПЗ

природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики в педагогічному ВНЗ.

На **другому (аналітико-пошуковому)** етапі (2000-2002рр.) вивчалися результати констатуючого експерименту; виявлено причини низького рівня сформованості міжпредметних знань і вмінь; визначено контрольні і експериментальні групи та склад експертної комісії, проведено пробний педагогічний експеримент; теоретично обґрунтовано модель МПЗ у підготовці вчителя фізики, розроблено методику їхньої реалізації, підготовлено дидактичне забезпечення цього процесу.

На **третьому (формуючому)** етапі (2002-2005рр.) проводилась експериментальна перевірка гіпотези дослідження; здійснювалась апробація методики реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики; узагальнювались результати експерименту і формулювались висновки, практичні рекомендації; завершилось оформлення кандидатської дисертації.

Експериментальна база дослідження. Дослідно-експериментальна робота виконувалася головним чином в Інституті перспективних технологій, економіки та фундаментальних наук (до 2003р. – на фізико-математичному факультеті) Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Різними видами пошуково-експериментальної роботи охоплено 471 студент, 70 учителів фізики СЗШ Вінницької області, 15 викладачів Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. У процесі пошуково-експериментальної роботи вивчався досвід роботи педагогічних вищих навчальних закладів України з реалізації МПЗ у підготовці вчителя фізики. Дидактичні матеріали дисертанта використовувались у навчально-виховному процесі педагогічних університетів Кам'янець-Подільського, Ніжина.

Наукова новизна і теоретичне значення дослідження полягає в тому, що:

- вперше теоретично обґрунтовано і створено модель МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики;
- визначено педагогічні умови реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики в педагогічних ВНЗ;
- розроблено зміст і запропоновано методику підготовки майбутнього вчителя фізики щодо реалізації МПЗ у СЗШ;
- уточнено рівні та критерії сформованості міжпредметних знань і узагальнених експериментальних умінь;
- подальшого розвитку дістали способи реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики з використанням інноваційних технологій навчання.

Практичне значення роботи полягає в тому, що підготовлено і впроваджено в навчальний процес:

- методику реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики;
- дидактичне забезпечення реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін, зокрема, комплексні форми навчальних занять, завдання для самостійного встановлення студентами МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін, завдання до лабораторних робіт, які зорієнтовані на формування узагальнених експериментальних, пізнавальних, політехнічних умінь;
- методичні рекомендації, що спрямовують майбутніх учителів фізики на використання МПЗ у професійній діяльності;
- програму дисципліни „Сучасні інформаційні технології навчання”, основою реалізації якої є МПЗ дисциплін *загальна фізика, інформатика, методика навчання фізики*.

Впровадження результатів дослідження. Основні положення дисертаційного дослідження впроваджено в навчальний процес підготовки

вчителів фізики в Інституті перспективних технологій, економіки та фундаментальних наук Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (довідка №10/49 від 3.10.2005р.), Ніжинського державного педагогічного університету імені Миколи Гоголя (довідка №31/1274 від 21.11.2005р.), Вінницького обласного інституту післядипломної освіти педагогічних працівників (довідка №600-1 від 11.10.2005р.), Кам'янець-Подільського державного університету (довідка №40 від 12.10.2005р.).

Результати дослідження і дидактичні матеріали автора використовують викладачі педагогічних ВНЗ, учителі фізики СЗШ м. Вінниці та Вінницької області, слухачі курсів післядипломної освіти.

Особистий внесок дисертанта в одержанні наукових результатів полягає: у теоретичному обґрунтуванні основних ідей і положень досліджуваної проблеми; у визначенні педагогічних умов реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін; у виділенні міжпредметної структури знань, умінь; у розробці методики реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін; у підготовці комплексних форм навчальних занять (міжпредметних семінарів, практичних занять), завдань для самостійного встановлення студентами МПЗ. Укомплектовано задачі, які стосуються МПЗ загальної фізики і математичного аналізу. Визначено методичні завдання для студентів: із лабораторних робіт з радіоелектроніки, електротехніки, що спрямовує їх на встановлення МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін, професійну діяльність; з педагогічної практики, яка зорієнтовує майбутніх учителів фізики на реалізацію МПЗ у процесі навчання фізики у СЗШ. У програмі курсу „Сучасні інформаційні технології навчання” проведено міжпредметне узгодження тематики його вивчення з програмами дисциплін *загальна фізика, інформатика, методика навчання фізики*.

Вірогідність одержаних результатів і висновків дисертаційного дослідження забезпечено методологічною і теоретичною обґрунтованістю

його вихідних положень, використанням методів дослідження, які адекватні поставленим завданням, чіткістю визначення мети, гіпотези і завдань дослідження, поєднанням якісного і кількісного аналізу результатів експерименту, тривалістю експерименту, використанням статистичних методів обробки даних експерименту.

На захист виносяться:

1. Теоретично обґрунтована й експериментально перевірена модель МПЗ і педагогічні умови реалізації МПЗ природничо-математичних та спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики.

2. Положення, які стосуються формування змісту природничо-математичних і спеціальних дисциплін на основі міжпредметної взаємодії структурних елементів знань як дидактичного еквіваленту взаємозв'язків природничо-математичних і технічних наук, форми і методи реалізації МПЗ у підготовці вчителя фізики.

3. Науково обґрунтована й експериментально перевірена методика реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики.

Апробація результатів дослідження. Результати теоретичних і експериментальних досліджень представлено у вигляді доповідей і повідомлень на 3 міжнародних, 6 всеукраїнських, 1 міжвузівській наукових конференціях: м.Вінниця (2002, 2004рр.); м. Хмельницький (2005р.), м. Житомир (1994р.); м.Кіровоград (2000, 2002рр.); м. Умань (2001р.); м. Чернівці (2003р.); м. Чернігів (2005р.); м. Тернопіль (2002р.); на наукових конференціях викладачів, аспірантів, здобувачів і студентів (Вінниця – 1990-2005рр.). Результати дослідження апробувались у викладанні природничо-математичних і спеціальних дисциплін студентам Інституту перспективних технологій, економіки та фундаментальних наук Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, на курсах і

семінарах учителів фізики у Вінницькому обласному інституті післядипломної освіти педагогічних працівників.

Публікації. Автором опубліковано 23 наукові праці. Основні результати дослідження викладено у 8 статтях, опублікованих у провідних фахових виданнях з переліку ВАК, із них 7 – одноосібних та 2 – брошури з методичними рекомендаціями, у 12 статтях і тезах у збірниках матеріалів наукових конференцій. У працях, що написані зі співавторами, дисертанту належать теоретичні положення та практичні результати, які стосуються впровадження МПЗ у навчальний процес педагогічного ВНЗ та СЗШ. Загальний обсяг особистого внеску дисертанта становить 8,2 авт. арк.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

1.1. Статус МПЗ у сучасній дидактиці

Державотворчі програми розвитку освіти передбачають розробку нової парадигми навчання і виховання, перехід педагогічної практики на нові теоретично-методологічні й технологічні основи. Одним із напрямів педагогічних досліджень з реформування освіти є інтегративні процеси, що охоплюють усі галузі діяльності суспільства.

Необхідність інтеграції освіти впливає з самої природи людини. Вона сприймає дійсність не тільки як світ речей та ідей, а як цілісну систему, що опановується через поняття “природа”, “життя”, “всесвіт”. Саме філософська думка про цілісність людини та світу, що її оточує, є методологічною основою інтеграції освіти. Основною ідеєю Я. А. Коменського, К. Д. Ушинського, В. І. Вернадського та інших філософів-педагогів є думка про гармонійну єдність Людини та Природи. Підкреслюючи цю єдність, В. І. Вернадський стверджував, що “людина – ...не є випадкове, незалежне від оточуючого – біосфери і ноосфери – вільно діюче природне явище. Вона є проявом великого природного процесу, який закономірно триває протягом щонайменше 2 млрд. років” [36, с.21].

Велике значення щодо ролі інтеграційних процесів в освіті мають ідеї Я. А. Коменського: „ ...розуміння речей окремо є щось часткове; навпаки, розуміння гармонії світу та загальної співрозмірності всього зі всім у ньому вносить у розум ясне та широко розливаюче світло” [95, с.425].

К.Д. Ушинський одним із перших сформулював причину перевантаження навчальних програм, яка полягає у відсутності взаємозв'язку навчальних дисциплін, і запропонував інтегрований підхід до навчання [196].

Проблеми інтеграції в освітній сфері стали предметом досліджень тільки в останній чверті минулого століття. Це пояснюється тим, що система освіти є

відображенням процесів, що відбуваються в науці, виробництві, суспільному житті. Інтеграційні процеси, що спостерігаються в багатьох сферах нашого життя, вимагають адекватних перетворень у системі освіти.

Остання чверть ХХ століття відрізнялася значною увагою вчених до інтеграційних процесів в освіті: це статті в наукових збірниках і журналах провідних вітчизняних учених (О.С.Барбіної, Т.В.Гладюка, С.У.Гончаренка, К.Ж.Гуза, Р.С.Гуревича, В.Р.Ільченко, Є.В.Коршака, І.М.Козловської, Я.М.Кміт, В.А.Семіченка, О.В.Сергєєва, Я.М.Собка, А.В.Степанюка та ін.), російських (М.М. Берулави, А.Я.Данилюка, Б.М.Кедрова, П.І.Самойленка, А.Д.Урсула, І.П.Яковлева та ін.).

Праці з цієї проблеми трапляються на сторінках зарубіжних і міжнародних видань. Так, журнал “Перспективи”, що видається Міжнародним бюро ЮНЕСКО упродовж багатьох років, публікує статті вчених різних країн, у яких пропагують ідею міждисциплінарного підходу до сучасної освіти і вважають принцип міждисциплінарності одним з визначальних принципів навчального процесу [200, с.35].

Концептуальні основи інтеграції визначені проблематикою інтеграції в контексті розвитку сучасних освітніх систем: положеннями теорії інформатизації освіти; оновленням змісту навчання на базі інтегративного підходу, де інноваційні засоби поєднуються з традиційними; відбором та організацією змісту навчання з урахуванням принципу наступності; структурністю, відповідністю цілям, зв'язком змісту навчального матеріалу з процесуальною стороною навчання; системністю різнопредметних знань, логічним поєднанням фундаментальних і прикладних понять у єдину систему; поєднанням інтегративного змісту навчання з різноманітними методами та формами організації тощо [107, с.25].

Концептуальні та теоретичні положення інтеграції освіти перебувають у стадії становлення, відсутній певний статус педагогічної інтеграції, а тому в літературі трапляються різні тлумачення поняття “інтеграція” в освітній

сфері [17, 19, 51, 60, 105, 112]. У теорії систем інтеграція означає як стан взаємозв'язку окремих компонентів системи, так і процес, що зумовлює такий стан. Відповідно, інтеграція все більшою мірою визначає інтенсифікацію розвитку тих феноменів, у яких вона здійснюється [60, с.66]. А.П.Беляєва розглядає інтеграцію як один із найважливіших засобів досягнення єдності знань у змістовому, лінгвістичному, семантичному, соціальному й інших аспектах [17, с.68]. Саме тому, за переконанням І.М.Козловської, Д.І.Коломійця, інтеграції потрібно давати дескриптивне визначення, тобто в конкретних випадках використовувати не саме означення, а сукупність істотних ознак інтеграції, її властивостей і характеристик [105, с.50] [112, с.13].

Розглядаючи проблему інтеграції в професійній підготовці вчителя фізики, виділяємо такі положення:

- системний підхід до організації наступності професійної підготовки вчителів у педагогічних училищах, педагогічних вищих навчальних закладах та інститутах післядипломної освіти на основі перебудови змісту й оптимізації методів навчання;

- забезпечення цілісності професійної підготовки на основі взаємозв'язку дидактичних принципів;

- пріоритет спеціальності в організації та керівництві професійною підготовкою студентів;

- перебудова компонентів інтегративних підсистем (цілей і завдань, засобів і методів навчання, діяльності викладачів і студентів);

- орієнтація на неперервний цілісний розвиток учнів і студентів як активних суб'єктів освіти й суспільства.

На сучасному етапі зусилля науковців спрямовані на розробку проблем інтеграції як чинника підвищення якості підготовки фахівців у вищих навчальних закладах. Така увага до означеної проблеми пов'язана з „експоненціальним ростом знань, негативними наслідками вузької спеціалізації, необхідністю створення нових загальнонаукових методів і засобів” [136, с.135].

Структурна інтеграція, що базується на принципі наступності й неперервності освіти, неможлива без інтеграції змісту освіти. На думку І.П.Яковлева, “інтеграційні процеси в навчальній діяльності пов’язані з переходом до підготовки фахівців широкого профілю, яка базується на синтезі й універсалізації знань і вмінь, нових формах і методах навчання” [210, с.4]. Для організації такої діяльності потрібна інтеграція змісту навчальних дисциплін, що здійснюється через процес навчання. Важливим дидактичним інструментом інтеграції є МПЗ, які уможливають виділення головних елементів змісту освіти і взаємозв’язків між навчальними предметами. За переконанням В.М.Максимової, „найбільш важливим способом інтеграції в системі неперервної освіти виступають МПЗ, які об’єднують знання з різних наук і навчальних предметів у єдине ціле. Систематичні МПЗ в процесі вивчення навчальних дисциплін усіх циклів забезпечують інтегративний характер навчальної діяльності, наближують її до змісту і способів професійної діяльності” [134, с.3].

Інтеграція освіти, викликана вимогою часу, ще не стала звичайною практикою в навчальній роботі педагогічного ВНЗ. У наш час у вищій школі функціонують традиційні форми навчання, де домінує предметний підхід. Теперішня орієнтація тільки на внутрішню логіку саморозвитку науки, абстрагування від можливих взаємозв’язків і зовнішніх впливів призводять до низки негативних наслідків. У навчанні студентів виникає суперечність між фактичним знанням і невмінням його використати в процесі переходу від однієї навчальної дисципліни до іншої, що забезпечує підготовку вчителя. Ця суперечність породжує проблему перенесення знань, розв’язання якої пов’язане з упровадженням у навчальний процес МПЗ, що, у свою чергу, дозволить сформувати в студентів “відкриту” систему знань, здатну в подальшому інтегруватися в нові системи знань. У процесі створення системи знань у свідомості майбутнього вчителя формується системне мислення, розвивається здатність до рефлексії, інтелектуальна компетентність – якості

особистості, необхідні для успішної життєдіяльності та самореалізації. Тому основне завдання вищої школи полягає в подоланні розриву між отриманням знань і підготовкою до діяльності шляхом інтеграції цих процесів. Конкретні знання (їх система) виступають не як кінцева мета, а як засіб пізнання і перетворення дійсності [49, с.27].

На сучасному етапі залежно від ступеня узагальнення наукових знань розрізняють різні рівні інтеграції знань. Найпоширенішою градацією є трирівнева. М.М.Берулава зазначає [20, с.10], що логічну структуру дидактичної інтеграції складають три головних елементи: *базис* – кооперуюча дисципліна, *задача* – проблема, що формується в межах базової дисципліни, *знаряддя* – теоретичний і технічний інструментарій базової та суміжних дисциплін, що кооперуються.

Першим рівнем інтеграції є взаємодія між дисциплінами у формі МПЗ, що повинні розглядатися як конкретне вираження синтезу предметів, які вивчаються. Синтез знань відбувається на рівні понять, принципів, теорій і характеризує концептуальну сторону цих взаємодій. Якщо раніше МПЗ розглядалися на рівні встановлення “містків” між навчальними предметами, то тепер у сучасній дидактиці та методиці їх розглядають як проблему побудови цілісної системи вищої освіти на основі спільності змісту знань і методів наукового пізнання. Треба зазначити, що методологічна функція МПЗ як основа цілісності навчально-виховного процесу вивчена ще недостатньо. Тому в нашому дослідженні ми розглядаємо МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін як умову цілісності освітнього процесу підготовки вчителя фізики. До спеціальних дисциплін відносимо дисципліни „Радіоелектроніка”, „Електротехніка”, „ТЗН” варіативної частини галузевого стандарту вищої освіти напряму підготовки 0101 Педагогічна освіта. Наша увага до цих дисциплін у підготовці вчителя фізики зумовлена зростанням ролі техніки в сучасному суспільстві та необхідністю підготовки учнів до діяльності в ньому. Тобто, названі дисципліни є важливими в структурі

професійної діяльності вчителя фізики, який розкриває перед учнями природничо-наукові основи існування і розвитку природного й технічного середовища. Вони мають власний предмет вивчення, але будь-який пристрій як матеріальний об'єкт поєднує: природничо-наукові основи роботи; математичний апарат опису будови, принципу дії параметрів і характеристик; екологічні, економічні, соціальні зв'язки і взаємодії з навколишнім середовищем. Тому вивчення природничо-математичних і спеціальних дисциплін повинно відбуватись у зв'язку та взаємодії. У реалізації цілісності освітнього процесу ми виділяємо такі функції МПЗ: діалектичну, що забезпечує дотримання зв'язків між предметами і явищами; методологічну, яка передбачає здійснення єдиного підходу до виховання і навчання, формування цілісності особистості та вміння користуватися загальнонауковими пізнавальними методами; психологічну, що забезпечує розвиток мислення майбутнього вчителя фізики; виховну, що реалізує формування його професійних якостей, а також функцію перенесення знань із однієї дисципліни в іншу, що змінює характер знання й активізує розумову діяльність студентів.

МПЗ повинні бути висвітлені в цілях, змісті, методах, засобах, формах організації і результатах навчання. Не можна розглядати це питання без характеристики способів реалізації МПЗ, без розкриття взаємозв'язку їх освітніх, розвивальних і виховних функцій. Тому дидактична проблема МПЗ вимагає багатоаспектного підходу, синтезу й узагальнення накопичених раніше ідей і практичних рішень.

Актуальність проблеми МПЗ зумовлює необхідність визначити статус МПЗ у дидактиці, оскільки єдиної думки з цього питання не існує.

Так, учені-методисти В.М.Максимова [135], Н.О.Лошкарьова [132], П.Г.Кулагін [118] та інші виділяють МПЗ у самостійний дидактичний принцип.

І. Д. Зверев трактує поняття МПЗ як прояв принципу системності, що відображає загальне філософське поняття про зв'язок. За його словами,

“міжпредметні зв’язки, насамперед, передбачають взаємну узгодженість змісту освіти з різних навчальних предметів, побудову і добір матеріалу, що визначаються як загальними цілями освіти, так і оптимальним урахуванням навчально-виховних завдань, зумовлених специфікою кожного предмета [84, с.6].

З іншого боку, окремі дослідники (Н.О.Сорокін [140], В.М.Федорова [141, с.25], М.М.Левіна [124], А. В. Усова [194] й ін.) розглядають МПЗ як дидактичну умову, що забезпечує не тільки систему знань учнів, а й розвиток їхніх пізнавальних здібностей, активності, інтересів, розумової діяльності. Найбільш ґрунтовно проблема МПЗ досліджена в роботах А.В.Усової, яка розглядає МПЗ як дидактичну умову підвищення наукового рівня знань учнів, ролі навчання у формуванні наукового світогляду, у розвитку мислення, творчих здібностей, оптимізації процесу засвоєння знань і вдосконалення всього навчального процесу [194]. Проте ця робота не дає відповіді на таке питання: про який тип мислення та знання (теоретичне чи емпіричне) йде мова?

Ми вважаємо, що погляди на МПЗ як дидактичний принцип і як дидактичну умову не суперечать один одному. Зовнішню суперечність можна зняти, якщо розглянути питання про педагогічну систему, у форматі якої вони розглядаються. Дійсно, якщо мова йде про традиційне навчання, у якому, на думку В.В. Давидова [62], культивується емпіричне мислення, то МПЗ виступають як дидактична умова, що сприяє підвищенню науковості і доступності навчання, активізує пізнавальну діяльність учнів, покращує якість знань.

Проте якщо мова йде про створення системи розвивального навчання (Л.С.Виготський, В.В.Давидов, Д.Б.Ельконін), то постає завдання розвитку діалектичного мислення, проявом якого є теоретичне, інтегративне, синтетичне мислення, що формується в природничо-наукових дисциплінах [18]. Теоретичне мислення як процес відображення об’єктивного світу в поняттях, теоріях, судженнях характеризується побудовою цілісного образу об’єкта дослідження. Воно забезпечує узагальнене й опосередковане осмислення

інформації про навколишній світ [34, с.7]. Мислення, здатне оперувати найбільш загальними фундаментальними закономірностями, інтегрувати і обґрунтовувати на їх основі явища дійсності, часткові закони різних наук, на думку В.Р.Ільченко, можна вважати інтегративним мисленням [90, с.22]. Синтетичне мислення як процес відображення об'єктивного світу характеризується постійним і безпосереднім включенням аналізу в процес синтезу. В умовах розвивального навчання основну роль відіграють не тільки знання, а й способи їх одержування. Під теоретичним, інтегративним, синтетичним мисленням будемо розуміти процес, в основі якого лежить теоретичне міжпредметне узагальнення знань внаслідок перенесення структурних елементів знань чи методів однієї дисципліни в іншу, що здійснюється в аналітичній і синтетичній формах пізнавальної діяльності. За цієї умови аналіз стає підпорядкований синтезу. Очевидним є той факт, що для формування і розвитку такого мислення студентів, МПЗ повинні виступати в ролі дидактичного принципу. На нашу думку міжпредметність має необхідні ознаки принципу дидактики, проте на сьогодні теоретичного обґрунтування цього положення в педагогічній літературі немає.

Неузгодженість підходів до статусу МПЗ у дидактиці зумовлюють різноманітність означень МПЗ. Так, В.М.Федорова дає таке означення: „МПЗ відображають у змісті навчальних дисциплін ті діалектичні взаємозв'язки, які об'єктивно існують у природі й пізнаються сучасними науками, тому МПЗ потрібно розглядати як еквівалент зв'язків міжнаукових” [141, с.28]. В.М.Максимова розглядає МПЗ як „дидактичний системний феномен, що має певний склад, структуру, функції і шляхи здійснення в цілісному педагогічному процесі [135, с.78]. Ю.К.Бабанський вказує, що „МПЗ є дидактичним еквівалентом міжнаукової взаємодії” [12, с.47]. А.І.Єремкін під МПЗ розуміє „систему відношень між знаннями, вміннями і навичками, що формуються внаслідок послідовного відображення в засобах, методах і змісті предметів, що вивчаються, тих об'єктивних зв'язків, які існують в реальному світі. У широкому

розумінні слова міжпредметні зв'язки – це педагогічний еквівалент діалектичних зв'язків, що реалізуються в навчальному процесі” [73, с.9]. У цьому означенні вказано на дві особливості феномену МПЗ: міжпредметні відношення, що існують між явищами, предметами реальної дійсності і науками, що їх вивчають; міжпредметні зв'язки як дидактичний засіб.

П.І.Самойленко, О.В.Сергеев [172, с.23] виділяють в означенні МПЗ їхні основні характеристики: змістове співвіднесення елементів змісту (об'єктів зв'язку), що входять до складу навчальних предметів (склад зв'язку); методичні прийоми навчання (а також форми навчального процесу), що адекватні предметам між якими встановлюють зв'язок (спосіб зв'язку); забезпечення спрямованого формування вмінь і навичок комплексного використання знань у процесі розв'язування навчальних задач (напрямок зв'язку).

Таке означення, вважаємо, є дещо формально-логічним, адже в ньому не відображені ознаки, що визначають досліджуваний об'єкт на рівні абстрактно-логічного аналізу.

На нашу думку, МПЗ потрібно розглядати як інтегративні відношення між об'єктами, явищами і процесами реальної дійсності, що знаходять своє відображення в змісті, методах, формах навчально-виховного процесу і виконують навчальну, розвиваючу і виховну функції в їхній єдності.

Таке визначення поняття МПЗ зумовлено тим, що в процесі навчання МПЗ можуть набувати різних форм: узгодження в часі вивчення дисциплін, передбачених навчальним планом; забезпечення наступності у вивченні різних дисциплін (розділів, тем), створення можливостей перенесення знань і вмінь, сформованих під час вивчення одного предмета в інший; розкриття зв'язків між об'єктами та їх властивостями, що вивчаються в різних дисциплінах тощо. Всі ці форми взаємодії навчальних дисциплін мають знайти відображення у визначенні МПЗ. При цьому їх варто розглядати і як дидактичний еквівалент інтеграції наук, і як форму міждисциплінарної взаємодії. Форма є однією зі сторін взаємодії різних елементів наукових знань.

Іншим аспектом взаємодії є зміст. У цьому розумінні МПЗ виконують синтезуючу функцію стосовно предметного знання. Теорії, принципи, закони, поняття можуть виступати як зміст зв'язку між предметами і як засіб реалізації МПЗ.

У поняття МПЗ повинні входити й характеристики процесу перенесення знань, умінь і навичок. Такий процес здійснюється в навчальній діяльності викладача і студента. Тільки в ній реалізуються МПЗ.

Навчальна діяльність завжди організовується з певною метою. Наприклад, з метою формування наукового світогляду, політехнічних знань, екологічних тощо. Цілі задаються потребами суспільства, виробництва, тобто вони повинні бути соціально значущими, що, переконані також повинно знайти відображення в понятті МПЗ. Ці висновки узгоджуються з думкою М.Чебишева, В.Кагана про введення в поняття міждисциплінарної інтеграції цільового компонента, тобто кінцевих цілей педагогічного процесу, під якими розуміємо здатність того, хто навчається, використовувати методологію, основні положення і поняття навчальної дисципліни для розв'язання професійних проблем [201, с.19]. Реалізація такого підходу до поняття „МПЗ” дозволить досягти цілісності, неперервності і якості освітнього процесу. Тільки тоді МПЗ, що використані з певною метою, дадуть прогнозований результат.

Окремі структурні елементи знань (явища, закони, поняття, теорії), що вивчаються в різних дисциплінах, самі собою не взаємодіють у свідомості студента. Для того, щоб елементи знань стали джерелом нового знання, вони повинні бути об'єднані свідомістю в систему. Слушно зауважує С.І.Архангельський, „...система потребує такої побудови і функціонування, яка б забезпечила не тільки засвоєння певних знань й неодмінні навички їхнього використання для подальшого самостійного набуття нових знань, а також їхнього застосування в певній доцільній діяльності і т.д.” [6, с.20].

Знання, що засвоєні в процесі вивчення окремого курсу, є умовою для встановлення МПЗ і основою для теоретичних міжпредметних узагальнень.

Усе це означає, що поняття міжпредметних зв'язків багатогранне, а їхня поліфункціональність тільки показує, що сутність цього поняття не може бути визначена однозначно. МПЗ є складним системним об'єктом, до якого потрібно застосовувати системний підхід. Тому, на нашу думку, повинно існувати декілька означень МПЗ, які відрізняються основою і відображають філософський (МПЗ є системний об'єкт), психологічний (МПЗ – умова і засіб узагальнення, систематизації знань і розвитку мислення), загальнопедагогічний (МПЗ – умова комплексного підходу до навчання та виховання), дидактичний (МПЗ – метод і засіб перетворюючої діяльності викладача і студента), методичний (МПЗ – чинник, що сприяє підвищенню якості навчання) аспекти.

Значна увага проблемі МПЗ природничо-математичних дисциплін приділяється в основному на рівні загальноосвітньої школи та професійно-технічних закладів [39, 47, 69, 141, 142, 144, 157, 191, 205]. Водночас вивченню цієї проблеми на рівні вищих навчальних педагогічних закладів освіти в системі інноваційного навчання присвячено незначну кількість робіт [23, 24, 72, 73, 112, 113, 152, 198]. Проаналізувавши недоліки в розробці проблеми МПЗ окреслимо ті, що пов'язані з темою дослідження. Потребують дослідження і розв'язання: питання теорії і практики МПЗ на сучасному етапі розвитку суспільства, який характеризується стрімким розвитком природознавства, техніки і технології, в умовах нової системи освіти – інноваційного навчання. Інноваційне навчання створює новий тип навчально-виховного процесу [181, с.106]. У процесі такого навчання головну роль відіграють способи отримання знань [153, с.13], тому на зміну традиційній системі освіти повинна прийти система розвивального навчання. Ця система має на меті розвиток мислення шляхом формування прийомів, методів і засобів одержання нових знань, яка будується на основі теоретичних міжпредметних узагальнень. Сформованість мислення характеризується

здатністю учнів, студентів здійснювати міжпредметні теоретичні узагальнення, у процесі яких виявляють взаємозв'язки загального з особливим і одиничним. Тобто в системі розвивального навчання МПЗ відіграють основну роль у розвитку сучасного теоретичного мислення [156].

Проте, як показує аналіз проблеми МПЗ та оцінка стану викладання природничо-наукових, математичних, спеціальних дисциплін, у підготовці вчителя фізики МПЗ встановлюються епізодично, безсистемно. За такого підходу до навчання студентів їхні знання та вміння будуть реалізуватися в майбутній професійній діяльності тільки як предметні. Але вчитель повинен уміти засобами свого предмета, спираючись на МПЗ, формувати в учнів цілісні знання та мислення на основі внутрішньопредметних і міжпредметних узагальнень.

Дослідження, здійснювані в галузі взаємозв'язку різних навчальних предметів на основі МПЗ, спираються на ті чи інші психологічні механізми пізнавальної діяльності і визначаються його завданнями: формування систем понять, узагальнених умінь, специфічних міжпредметних прийомів навчальної діяльності. У пошуках обґрунтування активізації пізнавальної діяльності студентів на основі МПЗ учені звертаються до різних концепцій: асоціативної теорії [171], теорії мислення як процесу розв'язання задач шляхом перенесення й узагальнення (Б.Г.Ананьєв [5], Л.С.Виготський [44], В.В.Давидов [62], Є.М.Кабанова-Меллер [94], С.Л.Рубінштейн [169]), до теорії поетапного формування розумових дій (П.Я.Гальперін [46], Н.Ф.Тализіна [190]) та ін.

Як зазначають Б.Г.Ананьєв, Ю.А.Самарін, О.І.Кульчицький, Т.С.Яценко, встановлення МПЗ повинно сприяти формуванню систем асоціацій, зростанню їх упорядкованості, включенню предметних асоціативних систем у більш загальні – міжпредметні, і як наслідок, – збільшення їхньої інформаційної ємності. „...міжпредметні асоціації забезпечують цілісність розумової діяльності і є її вищим рівнем, оскільки

вони дозволяють розглядати те чи інше явище в різних системах зв'язків” [171, с.343]. Таким чином, у самому мисленні закладена можливість до утворення систем зв'язків, але щоб вони відображали наукову систему знань, потрібна спеціально організована навчальна діяльність.

Отже, якщо психологічним фундаментом МПЗ виступають тільки асоціації за суміжністю, за схожістю, за контрастом і при цьому недооцінюється роль міжпредметних асоціацій, що виникають у процесі теоретичних узагальнень, то мислення студентів формується переважно як предметне. Тому для формування цілісного мислення навчання повинно будуватись на основі теоретичних міжпредметних узагальнень, синтезу знань різних наук.

П.Я.Гальперін, Є.М.Кабанова-Меллер, С.Л.Рубінштейн розглядали навчання мисленню в процесі пізнання як навчання шляхом аналізу через синтез. Ці логічні операції мають велике значення для функціонування міжпредметного навчання, адже в процесі аналізу відбувається первинне пізнання явища, далі відбувається процес синтезу і з'являється нове знання про явище як ціле. Синтезуюча діяльність є визначальною функцією мислення. Встановлення МПЗ відбувається через аналіз і, головним чином, через синтез.

Тобто психолого-педагогічні дослідження обґрунтовують необхідність міжпредметного навчання, укрупнення одиниць знань і збільшення взаємодії між ними, узагальнення понять, стиснення й ущільнення інформації, виділення основного і другорядного [17, 19, 105].

У педагогічній психології досліджена ще одна особливість розвинутого мислення – здатність до “перенесення”. Перенесенням називають явище, внаслідок якого знання, навички чи вміння, що набуті в деякій конкретній пізнавальній ситуації, використовуються в умовах, що відрізняються від попередніх. Здатність мислення до перенесення нерозривно пов'язана з його властивістю до узагальнення. За своєю сутністю “перенесення” – це отримання нового знання чи вміння шляхом узагальнення того, що є, чи

вміння, сформованого в умовах, які відрізняються від нових. Дії перенесення, що закріплюються в розумовій діяльності, трансформуються в міжпредметні пізнавальні вміння. Як зазначає В.Т.Лозовецька, „динамізм добре організованої системи знань сприяє творчому застосуванню їх до вирішення теоретичних і практичних завдань” [130, с.117]. Тому МПЗ у навчанні виступають як засіб внесення елементів творчості в продуктивну розумову діяльність, що особливо яскраво проявляється в процесі розв’язування пізнавальних завдань. Розв’язування міжпредметних пізнавальних завдань спонукає до застосування знань одночасно з декількох навчальних предметів. Такий узагальнений характер способів розумової діяльності забезпечує широке перенесення знань, що формується на основі МПЗ.

Отже, робимо висновок, що психологічні механізми пізнання на основі міжпредметних зв’язків за своєю сутністю закладені в механізмах засвоєння зв’язків, у процесі узагальнення інформації, яка належить до різних предметних систем знань, завдяки чому і забезпечується цілісність і системність знань учнів, студентів.

МПЗ є обов’язковим компонентом навчального процесу, але іноді вони розглядаються тільки з позиції змісту матеріалу, що вивчається. Викладачі свою увагу звертають на більш повне розкриття свого предмета з використанням знань з інших. Користуючись таким підходом, деякі автори організують систему збору і зберігання інформації з МПЗ, складають сіткові графіки використання [72]. Ми вважаємо, що така робота є корисною, але МПЗ потрібно трактувати значно ширше, розглядати як систему взаємодії не тільки окремих дисциплін, а й діяльність викладачів і студентів, учіння студентів, тобто як систему взаємодії всіх елементів навчального процесу.

Системний підхід дозволяє виявити не тільки багатогранний характер зв’язків, а й способи їхнього встановлення і використання. У педагогічній літературі, як зазначає І.І. Петрова [155], описані різні види класифікацій залежно від обраної ознаки. Деякі з них представлені нами у вигляді рис. 1.1, 1.2.

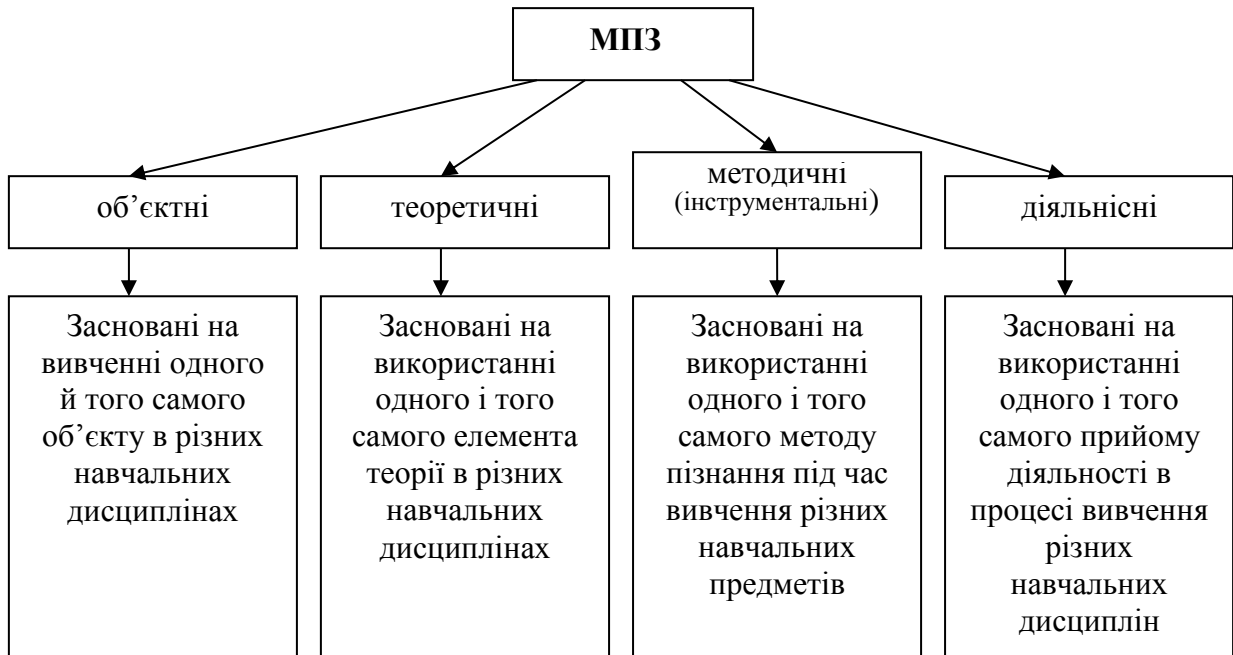


Рис 1.1. Класифікаційна схема МПЗ за ознакою спільності елементів навчального процесу (Р.С.Гуревич)

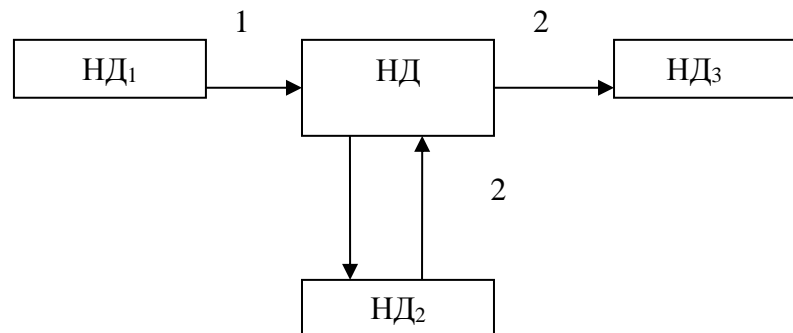


Рис. 1.2. Класифікаційна схема МПЗ за часовим критерієм (Р.С.Гуревич, А.І.Єрьомкін, М.М.Верзилін та ін.) НД₁, НД₂, НД₃, НД – навчальні дисципліни, 1 – попередні зв'язки, 2 – супутні, 3 – наступні.

Класифікація, що містить моделі систематики МПЗ і за часовим критерієм, і за видом діяльності, і за видом знань, запропонована І.Д.Зверевим, В.М.Максимовою (таблиця 1.1). У запропонованій класифікації способи і форми здійснення МПЗ безпосередньо не проявляються, але їх можна виявити під час розгляду видів зв'язків. Зазначимо, що ця класифікація МПЗ була складена,

виходячи із практики їхнього використання в СЗШ. Проте така систематика може бути використана і на теренах вищої школи.

Таблиця 1.1
Класифікація МПЗ (запропонована І.Д. Зверевим, В.М. Максимовою)

Типи зв'язків	Види зв'язків
Змістовно-інформаційні	1. За структурою наукових знань: а) фактологічні; б) понятійні; в) теоретичні. 2. За знаннями про пізнання: а) гностичні; б) семіотичні; в) логічні. 3. За знаннями про ціннісні орієнтації: а) діалектико-матеріалістичні; б) ідейно-політичні; в) політико-економічні; г) етичні; д) естетичні; е) правові.
Операційно-дієві	1. За способами практичної діяльності в застосуванні теоретичних знань, що сприяють виробленню рухових, конструкторсько-технічних, розрахунково-вимірвальних, образотворчих, мовних умінь. 2. За способами навчально-пізнавальної діяльності в отриманні нових знань: формування загально-навчальних узагальнених умінь, мисленевої, творчої, навчальної, організаційно-пізнавальної діяльності (планування, організація і самоконтроль). 3. За способами ціннісно-орієнтаційної діяльності: вироблення знань оціночної, комунікативної, художньо-естетичної діяльності.
Організаційно-методичні	1. За способами засвоєння різних видів знань (репродуктивні, пошукові, творчі). 2. За широтою здійснення (міжкурсів, внутрішньоциклових, міжциклових). 3. За часом здійснення (попередні, супутні, перспективні). 4. За способом взаємозв'язку предметів (односторонні, двосторонні, багатосторонні). 5. За сталістю реалізації (епізодичні, постійні, систематичні). 6. За рівнем організації навчально-виховного процесу (поурочні, тематичні). 7. За формами організації роботи учень-учитель (індивідуальні, групові, колективні).

Аналіз структури МПЗ і їхньої класифікації [155] [60, с.70] [85] [87] дозволяє зробити висновок, що типи зв'язків відображають принципи їх виявлення: спільність змісту, спільність діяльності, спільність методів. В свою чергу види зв'язків уточнюють образність встановлених МПЗ залежно від змісту і структури дисципліни, її цілей та завдань. Способи здійснення зв'язків формуються не тільки виходячи із відповідних видів зв'язків, але й визначаються принципами використання цих зв'язків: відповідність цілям і завданням дисципліни, єдності методичних вимог.

Аналіз літератури з питань класифікації МПЗ показує, що дослідження вчених спрямовані на пошук більш узагальнених, універсальних, менш залежних від розташування навчального матеріалу в програмах критеріїв класифікації. Виявляється тенденція системного аналізу МПЗ. Такий підхід спрямований на розкриття багатоаспектності та поліфункціональності МПЗ у навчанні, що пов'язано з широким використанням поелементного аналізу структури навчального предмета та структури процесу навчання. Такий аналіз виступає як метод вивчення типів і видів МПЗ.

Існують способи типізації МПЗ для навчального процесу вищої школи [189,с.45] [73, с.13]. Так, Сисоєв В.М. відзначає, що в основу побудови системи МПЗ повинен бути покладений виховний, особистісний аспект [189].

Відповідно до цього основні напрями типології зв'язків такі:

- методологічні, концептуальні, що сприяють становленню світогляду майбутнього вчителя;
- змістові, що забезпечують актуалізацію знань і вмінь;
- виховні, що спрямовані на формування професійно значущих особистісних якостей майбутнього вчителя;
- методичні, що поєднують навчальні дисципліни з елементами майбутньої професії.

Знання класифікації МПЗ дає змогу виявити й ефективно використати їх у різних системах навчання. На нашу думку, впровадження описаних типів МПЗ у навчальний процес підготовки вчителя фізики буде забезпечувати цілісність освітнього простору, сприяти активізації пізнавальної діяльності студентів, мотивації до навчання.

На основі вищезазначеного можна зробити висновок про те, що інтеграційні процеси, які охопили всі ланки освіти, підвищили актуальність проблеми МПЗ і мають об'єктивну основу для їхньої реалізації. Проблема МПЗ одержує новий розв'язок в умовах реформування середньої і вищої освіти. Потрібно визначити потенційні можливості МПЗ у підвищенні рівня

методологічної, дидактичної, предметної і методичної підготовки майбутніх учителів фізики. Багаторічний досвід викладацької роботи у вищому навчальному закладі показує, що навчальні дисципліни студенти розглядають як незалежні між собою, не бачать нічого спільного в їхньому змісті. Причиною цього є існуючі методики навчання, які все ще орієнтовані на індуктивно-емпіричну схему узагальнення і формування спільних понять на базі однієї дисципліни. Міжпредметні ж поняття є системою знань з різних наук, мають інші механізми розвитку, тому їхнє формування повинно здійснюватись засобами різних дисциплін. Хочемо зазначити, що МПЗ є тільки першим рівнем інтеграції знань, але дуже необхідним для формування в студентів цілісної системи знань.

На сучасному етапі розвитку педагогічної науки, як вважає М.М.Берулава, „...повинен здійснюватися пошук можливостей більш високих рівнів системності змісту освіти...” [19, с.5].

Другий рівень дидактичної інтеграції знайшов висвітлення в роботах М.М.Берулави [19], Р.С.Гуревича [60], М.І.Козловської [105], Є.М.Семенюка, А.Д.Урсула [193]. Цей рівень передбачає повний чи частковий синтез взаємодіючих наук на основі однієї з них (за умови збереження концептуальних основ та предмета кожної з них) [105, с.119].

На другому рівні, як відзначає Р.С.Гуревич [60, с.67], істотними особливостями інтеграції є те, що вона не є ні механічною сумою взаємодіючих наук, ні поглинанням одних наук іншими. Механізм її здійснення не можна уявити як механічне перенесення інформації з однієї дисципліни в іншу. Дидактичний синтез характеризується не тільки змістовою інтеграцією навчальних занять, а й процесуальною, оскільки передбачає інтеграцію форм навчальних занять, а також методів і засобів навчання.

Дослідження М.М.Берулави, Р.С.Гуревича, М.І.Козловської показують, що другий рівень інтеграції особливо ефективний між предметами природничого і професійно-технічного циклів, він розвиває позитивну мотивацію вивчення

природничих дисциплін, забезпечує системність знань учнів, студентів. Як зазначає М.М.Берулава „... синтез навчальних предметів у вивченні окремих тем повинен поєднуватися з міжпредметними зв'язками” [20, с.82].

Третій рівень дидактичної інтеграції передбачає розробку інтегрованих курсів, які сприяють цілісності знань учнів і студентів. На думку С.У.Гончаренка і Я.М.Собка [51, с.58], головними критеріями відбору змісту навчального матеріалу для створення інтегрованого курсу є: ступінь спорідненості понять; оптимальне співвідношення між обсягами навчального матеріалу з предметів; професійна значущість навчального матеріалу; рівень системності вихідних понять; відповідність фактичного матеріалу сучасним тенденціям розвитку науки та виробництва; ступінь фундаментальності вихідних понять та інші.

Цей рівень інтеграції завершується формуванням нової дисципліни, що має інтегративний характер і власний предмет вивчення.

Проблему найвищого рівня інтеграції для різних типів навчальних закладів досліджували Є.С.Барбіна, В.А.Семиченко [15], М.М.Берулава [19], Р.С.Гуревич [60], С.У.Гончаренко, Я.М.Собко [51], В.Р.Ільченко [93], І.М.Козловська [105], С.П.Куриленко [120] та інші. Аналіз педагогічної літератури свідчить про впровадження інтегрованих курсів у навчальний процес у країнах Європи, Азії, Америки [214, 215, 217].

Наша точка зору на інтеграцію навчальних дисциплін у підготовці вчителя фізики збігається з концепцією трьохрівневої реалізації інтеграції змісту освіти, який залежить від поставлених освітніх завдань і наявних педагогічних умов (соціальне замовлення, рівень дидактичного і методичного забезпечення освітнього процесу та ін.). У межах навчальних дисциплін (фізика, математика) та спеціальних (радіоелектроніка, електротехніка, ТЗН) у підготовці вчителя фізики, на нашу думку, доцільніша дидактична інтеграція на рівні МПЗ. Адже традиційна предметна система навчання є домінуючою, вона має величезний практичний досвід, визнання і авторитет у світі, тому на

сучасному етапі розвитку освіти не має причин відмовлятися від неї. Ми вважаємо за доцільніше зупинитися на поєднанні традиційного предметного, систематизованого в рамках конкретних наук навчання з широким використанням МПЗ в системі інноваційного навчання.

Взаємопроникнення інтеграції і диференціації в науці і освіті становить об'єктивну основу розвитку МПЗ у процесі вдосконалення предметної системи навчання. У зв'язку з цим зростає роль учителя в реалізації МПЗ в процесі навчання, а також координація дії вчителів суміжних дисциплін.

Якщо скористатись системним підходом, то МПЗ є елементами дидактичної системи, яка синтезує знання в елементи-комплекси. Підвищення рівня системності знань буде пов'язане з переходом студентів від одного ступеня навчання до іншого (фундаментальні дисципліни – спеціальні дисципліни – професійно орієнтовані) відповідно до завдань цих дисциплін. Основним принципом міжпредметної взаємодії повинен бути універсальний закон розвитку. Відповідно до нього елементи знань спеціальних дисциплін повинні конструюватись з елементів знань фундаментальних дисциплін шляхом їхнього укрупнення, а не вводиться знову як незалежні, первинні. Тільки за цієї умови перехід на новий ступінь навчання буде сприяти підвищенню рівня фундаментальної і професійної підготовки майбутнього вчителя.

1.2. Добір змісту навчання на основі взаємозв'язку суспільних, природничо-математичних і технічних наук

Взаємодія науки, техніки і виробництва в умовах науково – технічного прогресу підсилює інтеграцію суспільних, природничих, технічних і технологічних наук. Ці об'єктивні закономірності лежать в основі дидактичної інтеграції навчальних дисциплін, зокрема, взаємозв'язку суспільних, природничих і технічних дисциплін.

Проблема інтеграції суспільних, природничих і технічних дисциплін неодноразово розглядалась науковцями, методистами відповідно до умов і вимог суспільства на певному етапі його розвитку.

Філософські аспекти взаємозв'язку природничих наук досліджували В.І. Афанасьєв [11], В.С. Готт [55], Б.М. Кедров [97], Г.Ю. Кікець [100] та ін. Теорії природничих наук відображають закономірності природи, які філософія узагальнює, озброює науки методологією пізнання. Філософія є найбільш загальним і постійно діючим чинником, що об'єднує всі наукові знання в єдину цілісну систему в методологічному, світоглядному, евристичному аспектах [55, с.44].

Питання інтеграції науки і техніки розробляли Є.П.Мельник, Е.П.Семенюк, А.Д.Урсул [193], А.Г.Спіркін, В.С.Тюхтін [184], М.Г.Чепіков [202] та ін.

Аналіз взаємодії, інтеграції суспільних, природничих і технічних дисциплін у професійно-технічній школі зроблено в роботах М.М.Берулави [20], Р.С.Гуревича [60], О.С.Дубинчука [70], І.М.Козловської [105] та ін. Вони стверджують, що процеси, які забезпечують взаємозв'язок наук, їхню інтеграцію, мають об'єктивну основу і визначаються рядом чинників.

Чинником інтеграції наук є насамперед об'єкт наукового пізнання, який включає в себе як природу зі всіма її механічними, фізичними, хімічними і біологічними об'єктами та процесами, так і суспільство, людину, техніку.

Взаємозв'язок наук (природничих, суспільних, технічних) зумовлюються та стимулюється соціальними факторами, які впливають з практичних потреб суспільства. Це довгострокові соціально-економічні прогнози, комплексні науково-технічні проекти, глобальні проблеми сучасності (освоєння космосу, екологічні проблеми). Розв'язання цих проблем можливе тоді, коли наука буде цілісною системою, що розвивається під дією соціальних запитів ... „на сучасному етапі з'являється діяльнісна форма інтеграції наук” [97, с.87].

Сучасний етап розвитку науки характеризується все тіснішим зв'язком усіх її галузей з технікою. Основні напрями природознавства також пов'язані з тією чи іншою галуззю технічного знання. Тому роль технічних наук у розв'язку теоретичних і практичних проблем природознавства зростає. Підвищення ролі і значення технічного знання пов'язане з формуванням технологічної цивілізації, створенням техносфери, що характеризується інтенсивними процесами споживання і перетворення речовини, енергії і інформації.

Взаємозв'язок технічного, природничо-наукового і суспільного знання є відображенням відношень техніки з природою, людиною і суспільним виробництвом.

Ефективне впровадження нових технологій, удосконалення виробничих процесів, експлуатація машин і механізмів з високим рівнем електронного забезпечення, а також використання у виробничій і невиробничій сферах обчислювальної, копіювальної, аудіо-, відеотехніки потребує підготовки кваліфікованих фахівців для різних галузей господарства. Цей аспект науково-технічної революції потрібно врахувати під час підготовки вчителя фізики, адже він розпочинає готувати учнів до життя і діяльності в сучасному світі. Якісна професійна підготовка неможлива без відповідної фундаментальної і політехнічної підготовки.

На думку С.У.Гончаренка, „тільки фундаментальна освіта дає такі знання, які дають можливість орієнтуватися в будь-якому середовищі і є універсальними по суті” [50, с.74].

Під фундаментальною підготовкою будемо розуміти знання базових закономірностей тієї чи іншої науки, що вивчаються даною навчальною дисципліною. Фундаментальна підготовка передбачає поєднання фактологічної, світоглядної і методичної сторін, вимагає оволодіння узагальненими видами діяльності, які повинні забезпечити розв'язання частинних завдань предметної галузі і спрямовані на формування

цілісної картини світу, інтелектуальний розвиток особистості майбутнього вчителя. Фундаменталізація навчальної дисципліни передбачає виділення у її змісті основних гіпотез, законів, понять, що інваріантні в усіх проявах. Виділення системи таких інваріантів у кожній дисципліні (темі, розділі) сприятиме якісному засвоєнню знань. Ці фундаментальні знання визначають зміст навчальної дисципліни і методику її викладання.

Основою формування фундаментальної складової міжпредметного змісту (загальної фізики, математики, радіоелектроніки, електротехніки, ТЗН) є міжпредметний синтез знань відповідних наук. У процесі синтезу головну роль відіграє концептуальна обумовленість знань, інструментальне забезпечення їхнього вивчення.

Існуючі в науці тенденції диференціації та інтеграції знань знайшли відображення в змісті освіти і навчання та в процесі навчання. Адже джерелом формування змісту навчальних дисциплін виступає наука.

Зміст освіти включає: знання, що відображають закони розвитку природних, технічних і соціальних об'єктів матеріального світу; знання про способи та досвід пізнавальної діяльності, що формується в освітньому процесі; знання та досвід про емоційно-ціннісний аспект пізнавальної і перетворюючої діяльності людини і суспільства, готовність та вміння її організувати [199, с.93].

Структурні елементи науки в змісті освіти предметних дидактичних систем (на рівні навчальних предметів) відіграють роль дидактичних одиниць змісту і процесу навчання. Такими одиницями є поняття, системи понять, закони та теорії [106, с.25].

Зміст навчання як процесуальний аспект освіти визначає якість засвоєння соціального досвіду, рівень його сформованості та реалізації.

Положення, що відображають взаємозв'язок між наукою і навчальним предметом, які сформульовані І.Я.Лернером, можна застосувати до фізики,

радіоелектроніки, електротехніки, ТЗН. Так, у змісті навчального предмета „Фізика” присутні елементи математичного, хімічного, технічного знання. У змісті „Радіоелектроніки” – фізичне, математичне, суспільне, хімічне знання. Процеси синтезу цього знання в змісті дисципліни мають деякі аналогії з процесами, що супроводжують утворення інтегральних наук. Але метою синтезу знань студентів не є створення інтегрального предмета, а знайомство студентів з предметом науки, її методами.

В епоху науково-технічного прогресу життя вимагає від людини вміння виконувати завдання, які потребують знань, що належать до різних галузей наук [173, с.41]. Від того, наскільки ефективна і результативна буде така трансформація знань, залежить успіх у вирішенні поставленого завдання. Майбутній учитель фізики повинен мати філософську культуру, знання закономірностей процесів диференціації та інтеграції. Тобто взаємозв'язок наук повинен знаходити своє вираження:

- у змісті освіти;
- у проектуванні наукових знань на навчальний процес;
- в усвідомленні навчального предмета в загальній системі наук;
- у системності наукових знань і в побудові системи узагальнених знань;
- у формуванні сучасного стилю мислення з урахуванням диференціації і інтеграції наук;
- у розв'язанні суперечностей між цілісним уявленням про світ і частинних із позиції окремих наук;
- у представленні наукових знань із предмета в структурі цілісної природничо-наукової картини світу з урахуванням історії розвитку фізичних теорій і усвідомлення еволюції наукової картини світу;
- у виділенні складних комплексних проблем сучасності, які можна вирішувати в єдиній системі наукових дисциплін;

- у розкритті тенденцій розвитку науки (диференціації, інтеграції, гуманізації, екологізації, математизації, соціалізації, інформатизації).

Наприклад, взаємозв'язок фізико-математичних навчальних дисциплін відображає взаємозв'язок відповідних наук, що мають спільну предметну основу. Основні напрями цієї взаємодії такі:

1) фізика ставить завдання і створює необхідні для їхнього вирішення математичні ідеї та методи, що в подальшому слугуватимуть базою для розвитку математичної теорії. Наприклад, задача про механічний рух тіл дала поштовх до теорії диференціального числення Ньютона і Лейбніца;

2) математична теорія лежить в основі аналізу фізичних явищ, що приводить до створення нової фізичної теорії (наприклад, теорія Лоренца та теорія електромагнітного поля Максвелла), яка, у свою чергу, спонукала створення строгої фізичної картини світу (електродинамічної) і до виникнення нових фізичних проблем (спеціальна теорія відносності);

3) фізична теорія у своєму обґрунтуванні спирається на фундаментальні науки та математичний апарат, які, у свою чергу, розвиваються й удосконалюються. Наприклад, теорія відносності і тензорний аналіз, квантова механіка і матричне числення, елементарні частинки і теорія груп [157, с.58].

Отже, фізика як основа сучасного природничо-наукового пізнання стимулює виникнення і розвиток нових розділів математики. Нерозв'язані задачі практики також стимулюють розвиток нових математичних методів, що спочатку виникають як абстрактні (наприклад, комплексний аналіз, операторні методи тощо), а з часом приводять до нових узагальнень, до нового поштовху в їхньому застосуванні. Зокрема, теорія груп знайшла широке застосування в новітніх методах розв'язання нелінійних диференціальних рівнянь математичної фізики, комплексний аналіз у дослідженні задач аеро- та гідродинаміки, операторні рівняння в існуванні розв'язку та дослідженні стійкості диференціальних та інтегральних рівнянь теорії поля. Таким чином, ці математичні абстрактні методи в процесі розвитку теоретичної фізики

стають робочим апаратом для обґрунтування нових фізичних теорій або їхнього спростування. Ті фізичні теорії, що підтверджені практикою і у своїй основі використовували певні абстрактні методи, стимулюють їхній подальший розвиток. Взаємодії математики і фізики характерні для нинішнього етапу розвитку науки, що особливо позначилось на розвитку електронно-обчислювальної техніки.

Дисципліни *радіоелектроніка, електротехніка, ТЗН* відображають можливості технічного застосування природничих і математичних наук. Зміст цих дисциплін повинен відображати відношення і взаємодію науки, техніки. Він включає у свою структуру деякі розділи науки, технічні пристрої, технології. Лише в єдності науки, техніки можливий розгляд об'єктів вивчення дисциплін *радіотехніка, електротехніка* та ін. Розгляд його структурних і функціональних зв'язків повинен здійснюватись із урахуванням взаємодії з різними сферами дійсності – природною, соціальною, культурною складовими буття.

Психологічним обґрунтуванням необхідності встановлення МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики є формування технічного мислення, що здатне не тільки вивчати закономірності матеріального світу, але й перетворювати його.

Наукові зв'язки природничо-математичних і спеціальних дисциплін, що мають двохсторонній характер, повинні відображатись і в навчальних предметах. У цьому виявляється один із аспектів дидактичної проблеми МПЗ.

Удосконалення процесу навчання пов'язане з визначенням структури знання, формуванням системних знань і вмінь студентів. Системний підхід до навчання дозволяє розглядати навчальний матеріал як сукупність об'єктів вивчення, “взаємодія яких викликає появу нових, інтегративних якостей, властивих окремим компонентам, що утворюють систему” [11, с.99].

Формування систем знань є необхідною умовою встановлення зв'язку між предметами. У сучасній дидактиці вимога систематизації знань між предметами

навколо найбільш важливих проблем природничо-наукової освіти, таких, як фундаменталізація, політехнізація, математизація, екологізація, інформатизація виступає як основа організації знання [173, с.39]. Розв'язання цих проблем можливе на базі міжпредметного підходу до формування систем знань. Системність знань студентів є одним із результатів навчальної діяльності.

Впровадження МПЗ пов'язане з орієнтацією освіти на інтереси студента, з формуванням його ставлення до природи і суспільства та забезпечує практичну спрямованість навчальної діяльності, поєднує філософський принцип системності і дидактичний принцип систематичності.

Системний підхід до конструювання міжпредметних знань створює базу для інтеграції природничо-математичних і технічних дисциплін. А це, у свою чергу, сприяє зміні змісту навчальних дисциплін, самого процесу навчання.

Об'єктивною основою конструювання систем міжпредметних знань є спільність структури природничо-наукових і спеціальних навчальних дисциплін. Вона проявляється в наявності однотипних структурних елементів: понять, законів, теорій і т.д.; загальнонаукових категорій і методів, загальних цілей навчання – формування професійних якостей особистості майбутнього вчителя.

У процесі навчання відбувається систематичне накопичення, переробка і використання інформації з різних предметів, що і створює передумови до формування міжпредметних знань.

Міжпредметна взаємодія здійснювалася нами на різних рівнях: на рівні понять, законів, теорій (структурних елементів знань), на рівні загальних принципів, методів пізнання та на рівні комплексних проблем. Так, використання на заняттях з фізики, електротехніки, радіотехніки законів Ома, Кірхгофа, понять „речовина”, „енергія” сприяло не тільки кращому засвоєнню фізичного матеріалу, а й формуванню цілісної системи знань про об'єкт вивчення.

Фундаментальною основою встановлення МПЗ природничих і спеціальних дисциплін є метод моделювання, що є одним із загальних методів

наук. Використання цього методу дало змогу здійснити синтез технічного, природничо-наукового і педагогічного знання. Навчальне моделювання технічних пристроїв, лабораторного експерименту, демонстраційних дослідів сприяє формуванню творчих здібностей студентів.

Впровадження в навчальний процес обчислювальної техніки дало нові можливості вивчення природничих і спеціальних дисциплін методом комп'ютерного моделювання. Використання чисельних і наочних моделей, що створені на комп'ютері, дає змогу показати етапи процесу вивчення технічного об'єкта.

Навчання студентів у комп'ютерному середовищі є не тільки процесом одержання нової інформації і засвоєння сучасних способів діяльності. Комп'ютер виступає предметом вивчення фізики, радіоелектроніки, ТЗН, інструментом інтелектуальної діяльності студента, учня і засобом розв'язування дидактичних завдань у різних блоках навчальних дисциплін. Тобто використання комп'ютера в навчальному процесі сприяє розвитку особистості, її інтелектуальних і креативних здібностей.

Комплексне застосування знань з різних предметів – це необхідність сучасного виробництва, яке вирішує складні технічні і технологічні завдання, основа творчого підходу до будь-якої сфери діяльності людини в сучасних умовах, що відображають єдність пізнавального та ціннісного ставлення до предмета [109, с.64].

У розв'язанні проблеми МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін ми спираємось на ідею цілісності процесу навчання, тобто єдність його мети, змісту, засобів, методів та організаційних форм. Такий підхід, як зазначає В.М. Максимова [135, с.79], сприятиме систематичності і наступності у вивченні основ наук, підсилить науковість навчання, його зв'язок з практикою, підвищить активність студентів, зробить їхні знання міцними, що позитивно вплине на якість фундаментальної і професійної підготовки майбутнього вчителя фізики.

1.3. Стан реалізації МПЗ у підготовці вчителя фізики та викладанні природничо-математичних дисциплін у загальноосвітній школі

Проблема МПЗ у підготовці вчителя фізики в аспекті нашого дослідження має дві складові: перша пов'язана з використанням МПЗ у процесі вивчення дисциплін ВНЗ, друга – з підготовкою студентів до реалізації МПЗ у майбутній професійній діяльності.

Виокремлення другої складової пов'язане з одним із найбільш важливих завдань природничо-наукової освіти в школі – формування в школярів світогляду, цілісного розуміння природи, що їх оточує, розвиток діалектичного мислення, вміння комплексно застосовувати знання для розв'язування практичних завдань. Вирішення поставлених завдань можливе шляхом залучення школярів у творчу навчально-пізнавальну діяльність, яка організована з використанням МПЗ у навчально-виховному процесі СЗШ.

Ефективність реалізації МПЗ у практиці викладання основ природничих наук у школі визначається тим, наскільки вчителі впевнені в необхідності їхнього здійснення, чи достатньо високий рівень знань із цієї проблеми, чи мають вони необхідні практичні вміння.

У процесі дослідження стану реалізації МПЗ ми зосередили увагу на вирішенні таких питань:

- визначення рівня сформованості міжпредметних знань, умінь у студентів ІПТЕФН;
- вивчення рівня обізнаності студентів випускних курсів (освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр та спеціаліст) із проблемою МПЗ та готовності їх до реалізації міжпредметного навчання.

Дане дослідження сприятиме також розробці системи підготовки майбутніх учителів до здійснення МПЗ у СЗШ.

Для вирішення першого питання студентам 1 курсу спеціальності „фізика-інформатика”, „фізика-математика” була запропонована контрольна

робота, яка містила 5 завдань. Зміст завдань підібрано з таких міркувань. Згідно з державними вимогами до рівня загальноосвітньої (фізична компонента) підготовки учні повинні: набути вмінь вимірювати фізичні величини, застосовувати закони і закономірності до розв'язування задач.

Оскільки процедура зняття показів із вимірювального приладу становить певні дії у зазначеній послідовності, то сформовані вимірювальні вміння є узагальненими і можуть бути використані під час проведення експериментальних досліджень у різних навчальних предметах.

Для розуміння фізичних явищ і процесів важливо розв'язувати комплексні задачі, які сприяють реалізації внутрішньопредметних та міжпредметних зв'язків. У процесі розв'язування таких задач учні усвідомлюють взаємозалежність і взаємообумовленість різноманітних явищ, отримують відомості з різних галузей науки і техніки, що сприяє формуванню уявлень про єдину фізичну картину світу. Крім того, такі задачі розвивають основні види логічного мислення. Тобто в процесі розв'язування таких задач інтегруються структурні елементи знань, що вивчаються різними навчальними дисциплінами. Для виявлення рівня сформованості міжпредметних знань та узагальнених експериментальних умінь студентам I курсу були запропоновані такі завдання:

1. Виміряти фізичні величини: силу струму (напругу), тиск, температуру, масу, густину, об'єм та описати послідовність дій під час вимірювання.
2. Розв'язати задачу з певного розділу фізики та сформулювати основні етапи розв'язування.
3. Розв'язати задачу, що потребує використання знань із різних розділів фізики.

Для четвертого завдання були підібрані задачі міжпредметного характеру, для розв'язування яких потрібні знання з фізики і математики або фізики й хімії, фізики й біології, фізики й суспільствознавства. Студентам запропоновано розв'язати одну з них та визначити, знання з яких навчальних

предметів вони використали для розв'язання. Для розв'язування п'ятого завдання необхідно застосувати знання з інформатики до розв'язування фізичної задачі. Приклади завдань наведені в додатку А.

Кожне завдання оцінювалось певною кількістю балів: 1-е завдання – 4, 2-е завдання – 3, 3-є завдання – 5, 4-е завдання – 3, 5-е завдання – 5. Загальна кількість студентів, які брали участь у тестуванні - 80. Результати оцінювання відповідей студентів на запитання тесту щодо застосування знань на практиці представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Результати оцінювання відповідей на тести щодо застосування знань на практиці

№ завдання	Завдання				
	1	2	3	4	5
Кількість набраних балів	164	166	240	143	229
%	51,2	69,2	60,6	59,5	57,2

Проведені дослідження переконують нас у тому, що: у випускників загальноосвітніх шкіл (студенти 1 курсу спеціальностей „фізика-інформатика”, „фізика-математика”) не сформовані вимірювальні вміння та вміння застосовувати набуті знання з фізики та інших предметів для розв'язування фізичних задач, тобто виявлені труднощі, пов'язані з перенесенням знань з одного розділу фізики в інший та з однієї дисципліни в іншу.

Для виявлення вмінь встановлювати МПЗ фізики та математики були проведені контрольні роботи на 2, 3 курсах. Студентам були запропоновані задачі, розв'язування яких передбачає знання таких математичних понять: „функція”, „область визначення функції”, „область значень функції”, „похідна”, „екстремальне значення функції”, графічне представлення функції, наближене обчислення та ін. Приклади завдань наведені в додатку А.

У процесі перевірки контрольної роботи були одержані такі результати:

1. Під час розв'язування задачі 1 більш як 20% студентів не змогли застосувати необхідні математичні поняття (область визначення функції і значень функцій) для розв'язування фізичної задачі.

2. Біля 23% студентів не змогли розв'язати задач 2, 5, оскільки не згадали закон електромагнітної індукції Фарадея та не вивели формули для знаходження потужності джерела.

3. Невміння працювати з графіками фізичних процесів виявили 32% студентів (задача 4, 5).

4. Значна частина студентів не вміє працювати з наближеними обчисленнями (18%).

5. Невміння використовувати математичні формули, а також помилки в математичних перетвореннях вплинуло на оцінки більш як 18% студентів.

6. У процесі розв'язування задач не відчували труднощів тільки 6% студентів.

На підставі результатів контрольних робіт нами зроблені такі висновки:

- студенти в процесі розв'язування фізичних задач недостатньо володіють математичним апаратом;
- відсутні вміння працювати з математичними графіками в застосуванні до фізичних процесів;
- студенти не усвідомлюють ролі математики в пізнавальному процесі;
- недостатньо сформовані вміння працювати з наближеними обчисленнями.

На нашу думку, однією з причин виявлених труднощів (перенесення знань із математики в фізику) є недостатня увага викладачів, вчителів до використання в навчально-виховному процесі загальноосвітньої та вищої школи МПЗ, що негативно впливає не тільки на ефективність засвоєння знань, формування узагальнених умінь, а й на формування наукового світогляду і стилю мислення учнів, студентів. Зрозуміло, що система підготовки майбутнього вчителя фізики повинна будуватися з використанням МПЗ.

Наступним етапом нашого дослідження було проведення анкетування студентів IV і V курсів.

Питання анкети містять дві складові:

- 1) знання теоретичних основ проблеми МПЗ;
- 2) самооцінка підготовленості студентів до реалізації МПЗ у майбутній роботі.

За результатами аналізу відповідей студентів на 1-12 питання анкети (додаток Б) визначили середні коефіцієнти повноти знань студентів із проблеми МПЗ за формулою

$$\bar{K} = \frac{\sum_{i=1}^{12} n_i}{n \cdot N}$$

де n_i - кількість елементів знань, виділених i - тим студентом;

n – кількість елементів знань, якими повинен володіти студент для реалізації МПЗ у навчанні;

N – кількість студентів, які брали участь у анкетуванні.

Повнота оволодіння студентом знаннями з проблеми МПЗ визначалась таким чином. Якщо студент давав неправильну відповідь на питання анкети або взагалі не відповідав, то це означало, що він не володіє знаннями з цього питання проблеми МПЗ. Результати анкетування студентів 4, 5 курсів з проблеми МПЗ представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Результати анкетування студентів 4, 5 курсів з проблеми МПЗ

Кількість студентів	Елементи знань із проблеми МПЗ												\bar{K}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
78	21	35	10	23	37	37	1	0	32	11	9	0	0,23

Низький коефіцієнт повноти знань студентів із основних аспектів проблеми МПЗ можна пояснити тим, що в межах однієї навчальної дисципліни “Методики викладання фізики” неможливо забезпечити відповідну теоретичну і практичну підготовку студентів. Ця підготовка повинна

здійснюватись комплексом навчальних дисциплін, про що свідчать відповіді на наступні питання анкети.

Питання 14. Тільки 5,1% (4 студенти) вважають, що встановлення МПЗ не є необхідним. На їхню думку, фізику можна викладати, обмежуючись інформацією з цієї дисципліни. 53,8% (42 студента) вважають за необхідне встановлення у навчально-виховному процесі МПЗ. Для цього їм потрібні відповідні теоретичні знання та практичні вміння.

Питання 15. 48,7% (38 студенти) під час педагогічної практики встановлювали МПЗ фізики-математики та фізики-інформатики. Лише 5,1% (2 студента) - з іншими дисциплінами.

Питання 16. Високу оцінку ефективності МПЗ поставили 47,4% (37 студентів); задовільну – 43,6% (35 студентів); низьку – 5,1% (4 студенти), не визначилось – 2,6% (2 студенти).

Питання 17. Фактично всі респонденти вважають, що не мають достатньої методичної підготовки до цього виду діяльності.

Питання 18. 84,6% (66 студентів) опитуваних вважають, що для покращення теоретичної і практичної підготовки з цієї проблеми необхідно:

- розглядати на лекціях, практичних і лабораторних заняттях конкретні приклади МПЗ фізики з іншими навчальними дисциплінами - 26,9% (21 студент);
- на заняттях з методики викладання фізики більше уваги звертати на форми і методи реалізації МПЗ шкільного курсу фізики з іншими навчальними предметами – 28,2% (22 студенти);
- на заняттях з педагогіки розглянути види і рівні МПЗ – 41,02% (32 студенти);
- увести спецкурс із підготовки студентів до діяльності з реалізації МПЗ у СЗШ – 44,9% (35 студентів).

З метою виявлення актуальності проблеми МПЗ для вчителів фізики було проведено анкетування. Питання анкети (додаток В) підібрані таким

чином, щоб аналіз відповіді на них, разом із іншими методами дослідження, дозволив визначити відношення вчителів до проблеми МПЗ на сучасному етапі розвитку школи; виявити рівень їхньої обізнаності з цієї проблеми; визначити рівень реалізації окремих аспектів МПЗ у навчальному процесі; встановити основні труднощі, з якими вони зустрічаються, та окреслити напрями роботи, що спрямовані на вдосконалення підготовки майбутніх учителів до діяльності з реалізації МПЗ в СЗШ.

Анкетуванням було охоплено 70 вчителів, які мають різний стаж роботи в школі. Аналізуючи результати анкетування, необхідно відзначити те, що майже всі вчителі, незалежно від стажу роботи, використовують МПЗ у своїй практичній діяльності.

На запитання “З якими навчальними предметами Ви найчастіше здійснюєте МПЗ?” вчителі відповіли по-різному. Дехто обрав тільки один предмет із списку запропонованих, інші обрали декілька шкільних дисциплін. Саме тому в таблиці 1.4 проілюстровано загальну кількість вибору того чи іншого предмета вчителями.

Таблиця 1.4

Загальна кількість вибору предметів вчителями при здійсненні МПЗ

Навчальні предмети					
Хімія	Біологія	Історія	Література	Інформатика	Математика
38	31	9	8	11	47
54,3%	44,3%	12,8%	11,4%	15,7%	67,1%

Бачимо, що вчителі значно частіше та легше встановлюють МПЗ між предметами природничо-наукового циклу та відчувають труднощі у встановленні МПЗ між предметами природничо-наукового та гуманітарного циклів. Низький показник МПЗ з інформатикою свідчить про те, що вчителі фізики не мають належної теоретичної і практичної підготовки для їхньої реалізації. Відсутність таких зв'язків негативно впливає на інтерес учнів до

навчання, на створення позитивного емоційного фону для сприйняття інформації з природничих наук, а наявність їх розширює освітні можливості як фізики, так і гуманітарних дисциплін, сприяє гуманітаризації природничих знань учнів.

На запитання “Чи використовують учні під час відповіді на Ваших уроках раніше отримані знання із суміжних дисциплін?” ствердно відповіли тільки 14,3% вчителів, 65,7% вчителів відповіли – епізодично, тобто учні випадково використовують відомості з інших предметів. У 27,1% вчителів учні ніколи не апелюють до подібної інформації.

У своїй практичній діяльності вчителі по-різному використовують МПЗ. У таблиці 1.5 представлені найбільш характерні способи реалізації МПЗ у СЗШ.

На запитання: “Які напрями діяльності вчителя, на Ваш погляд, сприяють успішній реалізації МПЗ у навчанні?” вчителі дали такі відповіді:

- 1) здійснення єдиного підходу до формування загальнонаукових понять, до вивчення законів і теорій (40,0%);
- 2) здійснення єдиного підходу до формування узагальнених умінь і навичок (38,6%);
- 3) усунення дублювання під час вивчення одних і тих самих питань на уроках суміжних дисциплін (25,7%);
- 4) узгодженість у часі вивчення різних дисциплін (41,4%);
- 5) наступність у формуванні наукових понять, у виробленні в учнів узагальнених умінь і навичок (37,1%).

Таблиця 1.5

Способи реалізації МПЗ у СЗШ

Способи здійснення МПЗ	Кількість учителів	%
Опора на знання одержані раніше під час вивчення інших дисциплін у процесі формування нових знань	45	64,3

Використання вмінь учнів сформованих під час вивчення інших предметів у процесі розв'язування задач та виконання практичних робіт	26	37,1
Розв'язування задач міжпредметного змісту	22	31,4
Демонстрація зв'язку між явищами, що вивчаються на уроках з інших предметів	12	17,1
Використання під час пояснення явищ і властивостей тіл, законів і теорій, що вивчаються на уроках з інших предметів	14	20,0
Домашні завдання на повторення опорних знань з інших предметів	10	14,3
Складання завдань, задач міжпредметного змісту	8	11,4
Використання на уроці підручників та іншої літератури з суміжних предметів	7	10,0

Аналіз основних напрямів діяльності вчителів у процесі реалізації МПЗ дозволяє зробити висновок, що найбільш важливими й ефективними є два напрями. Перший – здійснення єдиного підходу до формування загальнонаукових понять, вивчення законів і теорій; другий – узгодженість діяльності вчителів суміжних предметів під час вивчення різних дисциплін. Реалізація цих напрямів повинна здійснюватися за умови планомірної і цілеспрямованої роботи методичних об'єднань учителів на рівні шкіл, міста, області.

Типові труднощі, з якими зустрічаються вчителі в процесі реалізації МПЗ, представлені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6

Труднощі, що виникають у процесі реалізації МПЗ

Типові труднощі, з якими зустрічаються вчителі в процесі реалізації МПЗ	Кількість учителів	%
Недостатньо методичних рекомендацій щодо виявлення і здійснення МПЗ у навчально-виховному процесі	37	52,8
Необізнаність із змістом суміжних дисциплін	32	45,7
Відсутність координованої праці вчителів	18	25,7
Відсутність спеціальної підготовки в навчальних закладах	36	51,4
Відсутність досвіду та вмінь із реалізації МПЗ	24	34,3

У відповідях на питання вчителі відзначили недостатність методичних

рекомендацій з вивчення конкретних тем курсів фізики, інформатики, математики, хімії, біології (44,3%), з формування узагальнених умінь і навичок (22,8%), з формування загальнонаукових понять (28,6%). Немає в достатній кількості дидактичного матеріалу міжпредметного змісту, що ускладнює роботу вчителя з реалізації МПЗ у процесі навчання учнів. На цей недолік вказують 52,8% вчителів. Багато вчителів хотіли б мати розробки лекцій, уроків, семінарів міжпредметного характеру (35,7%).

На запитання щодо ролі та значення МПЗ у навчально-виховному процесі СЗШ вчителі відзначили:

- 1) МПЗ необхідні для того, щоб знання учнів, отримані з суміжних дисциплін, стали комплексними;
- 2) МПЗ необхідні для того, щоб учні могли застосовувати їх у своїй практичній діяльності;
- 3) МПЗ потрібні для формування єдиної наукової картини світу;
- 4) за допомогою МПЗ розвивається пізнавальний інтерес учнів, розширюється їхній кругозір;
- 5) використання МПЗ в процесі вивчення дисциплін природничо-наукового циклу дозволяє систематизувати й узагальнювати знання учнів.

Цікавим є те, що 55,7% вчителів не змогли сформулювати значення МПЗ.

Таким чином, МПЗ за умови раціонального, цілеспрямованого, систематичного їхнього використання допомагають учителям різних предметів здійснювати єдиний підхід до розв'язування загальних завдань навчання, сформувати світогляд учнів, підвищити пізнавальний інтерес до предметів природничого циклу, розвивати творчі здібності учнів.

На основі аналізу анкети можна зробити висновок, що проблема підготовки вчителів до діяльності з реалізації МПЗ у навчально-виховному процесі загальноосвітньої школи потребує комплексного вирішення на рівні предметної, методичної та психолого-педагогічної підготовки.

Діяльність учителів щодо використання МПЗ у навчально-виховному процесі свідчить про те, що їхнє здійснення, на жаль, є предметом особистої творчості ініціативних учителів, має епізодичний характер, не регламентується. Наслідком недооцінки МПЗ є дублювання програмного матеріалу, труднощі під час вивчення основ наук, створення уявлень про існування поділу “сфер впливу” навчальних предметів, невміння комплексно використовувати знання з різних дисциплін до розв’язування практичних завдань.

Результати анкетування та опитування студентів показали, що проблема МПЗ є актуальною і вони мають бажання використовувати їх в практиці викладання фізики, але не мають достатньої для цього підготовки.

Невідповідність між реальним інтересом учителів, студентів до проблеми МПЗ і недостатньою підготовкою до діяльності з реалізації МПЗ вимагає поліпшення рівня підготовки майбутніх учителів у цьому напрямі. Завершальним етапом констатуючого дослідження з проблеми МПЗ було анкетування викладачів природничих, математичних, спеціальних дисциплін та відвідування занять. В анкетуванні взяли участь 26 викладачів університету (додаток Д). З відповідей на питання анкети можна зробити такий висновок: викладачі визнають актуальність проблеми МПЗ і необхідність побудови навчального процесу у вищому навчальному закладі з використанням МПЗ, що є важливою умовою вдосконалення професійної підготовки майбутнього вчителя. Але, як було вже зазначено, під час викладання природничих, математичних, спеціальних дисциплін у педагогічному закладі МПЗ встановлюють в основному епізодично, безсистемно. Навчальний матеріал однієї дисципліни використовується викладачем іншої здебільшого тільки як ілюстративний, прикладний, у вигляді історичної довідки і т.і. МПЗ розглядаються як допоміжний засіб у формуванні наукових понять дисципліни, що вивчається. Такий погляд на роль МПЗ, на нашу думку, дещо вузький. Він приводить до недооцінки їхнього значення у здійсненні теоретичних міжпредметних узагальнень і як наслідок – до ігнорування ролі

МПЗ у формуванні цілісного теоретичного мислення студентів. За такого підходу до навчання студентів їхні знання і вміння будуть реалізуватись у майбутній професійній діяльності переважно як предметні.

Основні труднощі, що виникають у процесі реалізації МПЗ, зумовлені недостатньою узгодженістю навчальних планів, програм, неналежною співпрацею окремих викладачів, кафедр, що забезпечують підготовку вчителя фізики, відсутністю дидактичних і методичних матеріалів.

Усвідомлення важливості цієї проблеми, необхідності широкого використання МПЗ у процесі вивчення природничих дисциплін, математики, інформатики з метою формування природничо-наукової картини світу, цілісного світорозуміння, діалектичного мислення ставить перед кафедрами математики, загальної фізики, методики фізики, суспільними кафедрами завдання організації навчального процесу на основі міжпредметної взаємодії та розробки програми підготовки майбутніх учителів фізики до реалізації МПЗ у СЗШ.

Висновки

1. Досягнення педагогічної науки дозволяють зробити висновок, що забезпечення цілісності, фундаментальної і професійної спрямованості освіти можливе за умов впровадження МПЗ у навчально-виховний процес педагогічного ВНЗ і СЗШ.

2. Внаслідок проведеного аналізу педагогічного і психологічного аспектів проблеми дослідження було встановлено:

а) на сьогодні немає єдиної загальноприйнятої теорії МПЗ, не вирішено питання про статус МПЗ, потребують подальшої розробки питання про функції, рівні, форми реалізації МПЗ в рамках конкретних педагогічних систем;

б) програми вищої школи з природничо-математичних і спеціальних дисциплін не націлюють викладачів і студентів на здійснення МПЗ;

в) взаємозв'язок між змістом навчальних дисциплін об'єктивно існує, але за умов відсутності цілеспрямованої педагогічної діяльності він не реалізується в знаннях, уміннях і навичках студентів.

2. У процесі впровадження МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовку вчителя фізики виділяємо дві складові:

а) вивчення природничо-математичних і спеціальних дисциплін на основі міжпредметної взаємодії;

б) підготовка студентів до реалізації МПЗ у СЗШ.

4. Вивчено стан реалізації МПЗ у підготовці вчителя фізики та у СЗШ. Встановлено, що:

а) викладачі педагогічного ВНЗ, вчителі СЗШ визнають актуальність проблеми МПЗ, але більшість із них обмежуються випадковим, епізодичним включенням МПЗ у навчально-виховний процес;

б) знання і вміння студентів не мають міжпредметного характеру.

РОЗДІЛ 2

РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

2.1. Модель МПЗ у підготовці вчителя фізики

В умовах реформування вищої освіти, у процесі якої переосмислюється традиційна система освіти, вивчення стану досліджуваної проблеми показало наявність низки суперечностей між інтенсивним розвитком інтеграційних процесів у науці, техніці, зростанням вимог до особистості вчителя й рівнем відображення цих процесів у змісті професійної підготовки вчителя фізики, що зумовлює необхідність їх вирішення.

Основними державними документами, що визначають соціально-педагогічний аспект (цілі, завдання, принципи) підготовки вчителя, зокрема і вчителя фізики, є: державна програма “Освіта: Україна XXI століття” [65], “Національна доктрина розвитку освіти” [146], державна програма “Вчитель” [66], державний стандарт базової і повної середньої освіти [67], галузеві стандарти вищої освіти [57].

Серед науковців, які вивчають теоретичні проблеми підготовки і формування особистості вчителя, треба відзначити О.А.Абдуліну [1], А.М.Бойко [27], І.А.Зязюна [88], С.О.Сисоєву [179]. Підготовка вчителя фізики висвітлена в працях Г.Ф.Бушка [31], С.П.Величко [34], В.Я.Ілляшенко [92], В.П.Сергієнко, М.І.Шута [176], В.Ф.Савченко, О.Ф.Явоненко [208], Ю.К.Васильєва [33], В.І. Нечета [147]. Основним напрямом їх дослідження є методична система навчання фізики. Напрямом нашого дослідження є підготовка вчителя фізики в умовах міжпредметної взаємодії природничо-математичних і спеціальних дисциплін. Окремі питання технологій підготовки вчителя, зокрема й вчителя фізики, досліджували вчені П.С.Атаманчук [8],

І.М.Богданова [26], С.У.Гончаренко [47], Р.С.Гуревич [59], Н.Г.Ничкало [149], О.В.Сергеев [173], С.О.Сисоєва [179], О.М.Пехота [150] та інші.

Проведений аналіз кваліфікаційної характеристики випускника „бакалавр фізики, вчитель фізики середньої загальноосвітньої школи другого ступеня” дозволяє визначити основну мету навчання, яку можна сформулювати так: підготовка висококваліфікованих учителів фізики, які мають фундаментальні теоретичні й методичні знання та здатні їх застосовувати в професійній діяльності. Сформульована ціль навчання визначає зміст освіти і включає основні завдання навчання. Відповідно до цілей і завдань підготовки вчителя фізики в сучасних умовах актуальним є розроблення концептуальних засад модернізації змісту професійної підготовки вчителів фізики, які невіддільні від сучасних концептуальних засад підготовки до вчительської праці взагалі [48].

Концептуальними засадами професійної підготовки вчителя фізики повинна бути фундаменталізація, гуманізація, гуманітаризація, ступеневість. Якісна реалізація цих засад дозволить забезпечити відповідність професійної підготовки його діяльності в школі [176, с.27]. Фундаментальна підготовка повинна стати базою професійної підготовки вчителя.

Однією з можливих основ реалізації концептуальних засад професійної підготовки вчителя, на нашу думку, є її інтегративна цілісність. Процес підготовки вчителя в умовах педагогічної інтеграції на рівні МПЗ проектували і здійснювали з урахуванням мотиваційно-ціннісного, змістового, діяльнісного, результативного і соціального компонентів освітнього процесу, в якому він буде розвиватись, на основі системного підходу [7, 21, 25, 190], що дозволить розглядати ступеневу професійну підготовку як множину взаємопов'язаних структурних і функціональних компонентів [174, с.10]. Розгляд освіти як цілісної системи забезпечує формування систематизованих знань і вмінь, дає змогу знайти резерви для вдосконалення й планування їх подальшого розвитку [129, с.145].

МПЗ, не порушуючи логіки окремих предметів, повинні складати цілісну систему змісту, форм, методів і засобів їхньої реалізації; виконувати функції, що забезпечать нову якість підготовки вчителя. У дидактичному плані МПЗ ми розглядаємо не тільки як процес, форму, метод, засіб формування знань і вмінь, а і як методологію цілісного процесу навчання, виховання й розвитку майбутнього вчителя фізики. Тобто результатом навчально-виховного процесу вищої школи повинна бути інтегральна підготовка студента до самостійної діяльності. Тільки інтегративна цілісність підготовки вчителя може забезпечити формування таких професійних якостей особистості майбутнього вчителя: інтегративне мислення; креативний рівень професійної діяльності; здатність до прийняття конструктивних, альтернативних рішень на основі діалогу; здатність прогнозувати ситуацію в професійній сфері; відповідальність за результати професійної діяльності, що є основою конкурентоздатності майбутнього вчителя на ринку праці.

Реально захищеним у соціальному відношенні може бути тільки високо освічена людина, здатна гнучко перебудовувати напрям і зміст своєї діяльності відповідно до соціального замовлення.

Освітньо-професійна підготовка вчителя відповідно до галузевого стандарту вищої освіти [57] є системою, що об'єднує відносно самостійні, але взаємозв'язані і взаємозумовлені елементи:

- гуманітарні, соціально-економічні і природничо-математичні дисципліни, що забезпечують певний освітній рівень;
- професійні та практичні (професійно орієнтовані) дисципліни, які разом із попередніми забезпечують певний освітньо-кваліфікаційний рівень підготовки.

Кожний компонент загальної системи професійно-педагогічної підготовки вчителя виконує специфічні завдання. Всі компоненти цієї підготовки повинні становити інтегративну цілісність, яка володіє загальною метою (формування всебічно розвиненої особистості вчителя), принципами,

єдиною внутрішньою організацією. Цільовий аспект змісту освіти представимо схемою на рис. 2.1.

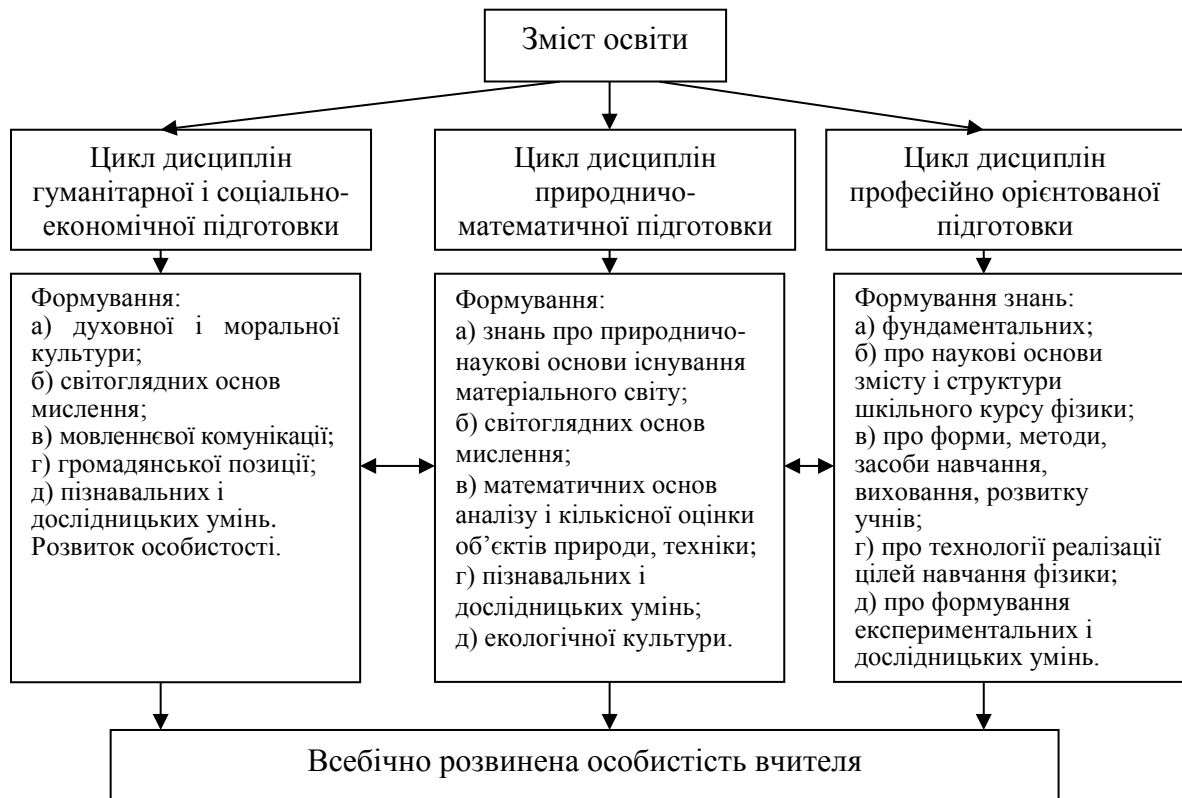


Рис. 2.1. Цільовий аспект змісту освіти

Предметна структура змісту освіти, за відсутності інтеграційних процесів, МПЗ, зумовлює фрагментарне сприйняття матеріального світу. Це, у свою чергу, заважає формуванню знань про соціальний досвід поколінь і знижує ефективність пізнавальної діяльності, її мотивацію. Створення цілісного освітнього простору спрямоване на формування особистості вчителя як цілісної суб'єктивної системи, що інтегрована в соціум, але зберігає свою сутність та індивідуальність.

Забезпечення інтегративної цілісності освітнього простору в процесі засвоєння змісту освіти (приблизно 50 навчальних предметів) є досить складною проблемою, тому в даному дослідженні ми обмежуємося МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін.

Аналіз структури освіти дав змогу виділити інваріантні елементи: навчальна інформація, що підлягає засвоєнню (поняття, закони, теорії, явища,

методи наукового пізнання); сукупність основних способів пізнавальної діяльності (порівняння, ідеалізація, аналіз, синтез, узагальнення, індукція, дедукція, спостереження, вимірювання, експеримент, моделювання); сукупність способів перетворюючої діяльності (інтелектуальні, узагальнені експериментальні, дослідницькі вміння). На основі інваріантних елементів та враховуючи міжпредметну взаємодію навчальних дисциплін визначили структурні компоненти підготовки вчителя фізики, які представлені у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Структурні компоненти підготовки вчителя фізики

Компоненти	Характеристика змісту підготовки
Мотиваційний	Освітній процес як цілісність певної структури
Цільовий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формування знань про реальний світ як цілісну об'єктивну систему, про взаємозв'язки, взаємодії і взаємовідношення різних елементів цієї системи. 2. Орієнтація студентів на професійну педагогічну діяльність, яка спрямована на реалізацію МПЗ у школі з метою формування знань про взаємозв'язки, взаємодію і взаємовідношення елементів реального світу як цілісної системи.
Змістовий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формування основних понять різного ступеня узагальнення, за допомогою яких описують явища, процеси, об'єкти матеріального світу. 2. Міжпредметний підхід до розгляду структурних елементів знань та до формування методологічних і теоретичних знань, узагальнених експериментальних умінь, умінь здійснювати системно-структурний аналіз природних і технічних об'єктів. 3. Формування знань про структуру і зміст МПЗ у майбутній професійній діяльності. 4. Формування професійних якостей особистості, що сприяють самостійній діяльності.
Процесуальний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Організація взаємодії студента і викладача, що спрямована на засвоєння змісту освіти як цілісної системи. Виявлення об'єктивно існуючих зв'язків між елементами змісту освіти та відображення їх у свідомості і структурі пізнавальної діяльності студента. 2. Організація пізнавальної діяльності майбутнього вчителя фізики на основі єдності підходів до формування пізнавальних та експериментальних умінь у природничо-математичних і спеціальних дисциплінах. 3. Здійснення професійної спрямованості навчання природничо-математичних і спеціальних дисциплін. 4. Організація умов для проведення навчально-дослідницького експерименту в лабораторіях.
Результативно-прогностичний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрямованість випускника на саморозвиток, самоосвіту в майбутньому житті. 2. Сформованість міжпредметних знань, умінь і навичок. 3. Підвищення інтересу до пізнавальної діяльності. 4. Готовність майбутнього вчителя фізики до професійної діяльності на основі міжпредметного підходу до викладання фізики.

Зміст освіти кожної з дисциплін (елементи освітнього простору) реалізують функції навчання, виховання, розвитку майбутнього вчителя фізики. Чинником, що здатний об'єднати в систему компоненти професійної підготовки, є принципи навчання [151, с.93; 199, с.110] у вищій школі, адже вони виконують логічні функції систематизації знань, регулятивну функцію побудови науково-технічної інформації, виступають носіями відносно стійкого знання, пронизуючи всю систему знань і субординуючи їх [4, с.396]. Тобто принципи є основою процесу навчання, вони відображають загальні вимоги до змісту й організації навчально-виховного процесу, вибору і реалізації методів, засобів навчання та форм діяльності. Залежно від мети реалізується той чи інший принцип.

Наприклад, для перетворення вищої школи в навчально-дослідний заклад, що є одним із напрямів розвитку ВНЗ, втілюємо принцип поєднання навчальної і науково-дослідної роботи студентів. Реалізація цього принципу здійснюють викладачі всіх дисциплін упродовж усіх років навчання в університеті. Використовуємо можливості лекцій, лабораторних і практичних занять і поступово заохочуємо студентів молодших курсів до творчої праці, а на старших курсах зосереджуємо основну увагу на виконанні курсових, дипломних робіт.

Принцип системності навчання передбачає формування у свідомості тих, хто навчається, структурних зв'язків, адекватних зв'язкам між знаннями всередині наукової теорії [86, с.5]. Від ступеня реалізації означеного принципу в побудові змісту навчальної дисципліни залежать такі характеристики знань, як повнота, глибина, міцність, усвідомленість та ін. Для того, щоб знання були системними, у зміст включають методологічні знання: загальнонаукові терміни; знання про структуру знань (про теорію, закон, поняття, науковий факт, експеримент, прикладне знання); знання про методи пізнання (емпіричне та теоретичне). Цей принцип використовуємо як на рівні навчальної дисципліни, так і на рівні навчально-виховного процесу. Такий підхід відкриває можливості

гуманізації змісту навчання. МПЗ, які сприяють формуванню загальнонаукових понять (матерія, речовина, поле, простір, час, енергія тощо), допомагають студентам бачити світ, що їх оточує, у русі й розвитку, вивчати загальні закономірності цього розвитку, впевнитись у матеріальності та пізнавальності світу. Відбувається засвоєння певних знань і водночас їхнє використання для подальшого самостійного набуття нових знань, а також застосування набутих знань у певній діяльності. Тобто міжпредметний підхід до впровадження зазначеного вище принципу забезпечує цілеспрямоване формування знань, вмінь і навичок, засвоєних у певній системі.

Основними засобами реалізації принципу наочності є: ТЗН, таблиці, графіки, схеми, малюнки. Міжпредметний підхід до навчання передбачає такий спосіб представлення інформації, коли основна увага буде зосереджена на взаємозв'язку різних сторін об'єктів і явищ, що спостерігаються. Наприклад, у сучасній фізиці вивчають об'єкти і явища, недоступні для безпосереднього спостереження. Тому для одержання інформації про них створюють знакові системи, які орієнтовані на передачу цієї інформації в споглядально-наочній формі. Такими засобами наочності є діаграми Фейнмана, що використовуються для опису мікропроцесів. Засобами наочності є також мисленнєвий експеримент і моделювання, які відіграють важливу роль у теоретичному пізнанні. У навчанні вони відіграють таку ж роль, як і в науковому пізнанні. Діяльність, яка пов'язана з процесом моделювання та мисленнєвим експериментом, здійснюємо в процесі вивчення як природничо-математичних, так і спеціальних дисциплін.

Дидактичний принцип систематичності дотримання якого пов'язане з реалізацією внутрішньопредметних зв'язків і МПЗ передбачає набуття знань у логічній послідовності. Кожний навчальний предмет містить структурні елементи науки (факти, поняття, закони, теорії), які є дидактичними одиницями змісту навчання, тобто тими об'єктами, які повинні бути засвоєнні цілісно у внутрішньому взаємозв'язку. Встановлення зв'язків між окремими

дисциплінами зумовлює систематичність у формуванні цілісних уявлень про розвиток природи і суспільства.

Професійна спрямованість навчально-виховного процесу є важливим мобілізуючим чинником і засобом формування педагогічних якостей майбутнього вчителя. На думку В.І. Нечета, „структура змісту та способів фундаментальної підготовки з фізики майбутнього вчителя повинна бути гомоформною структурі змісту шкільного курсу фізики та загальним моделям способів і технологій шкільного рівня навчання” [148, с.164]. Ефективними шляхами реалізації принципу професійної спрямованості під час вивчення природничо-математичних, професійно орієнтованих та спеціальних дисциплін є:

- проєкція занять у вищому навчальному закладі на шкільний курс фізики з урахуванням профільного навчання;
- використання різних технологій навчання, які б сприяли підготовці майбутніх учителів до їхнього використання у загальноосвітніх навчальних закладах;
- забезпечення занять технічними засобами навчання з залученням до співпраці студентів;
- залучення студентів до роботи фізико-технічних гуртків і проблемних груп.

Реалізація освітнього цілісного простору природничо-математичних і спеціальних дисциплін передбачає розробку моделі МПЗ у підготовці вчителя фізики, визначення її структурних елементів та взаємозв'язків між ними. Модель МПЗ розроблена відповідно до структурних компонентів підготовки вчителя фізики й представлена у вигляді схеми (рис. 2.2.).

Мотиваційний компонент передбачає створення цілісного освітнього простору. Цільовий – підвищення рівня фундаментальної й професійної підготовки вчителя фізики. Відповідно до цілей визначаємо змістовий компонент. Він містить знання, що мають міжпредметну структуру визначену на основі МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін, прийоми, методи їх отримання та вміння узагальненого характеру.

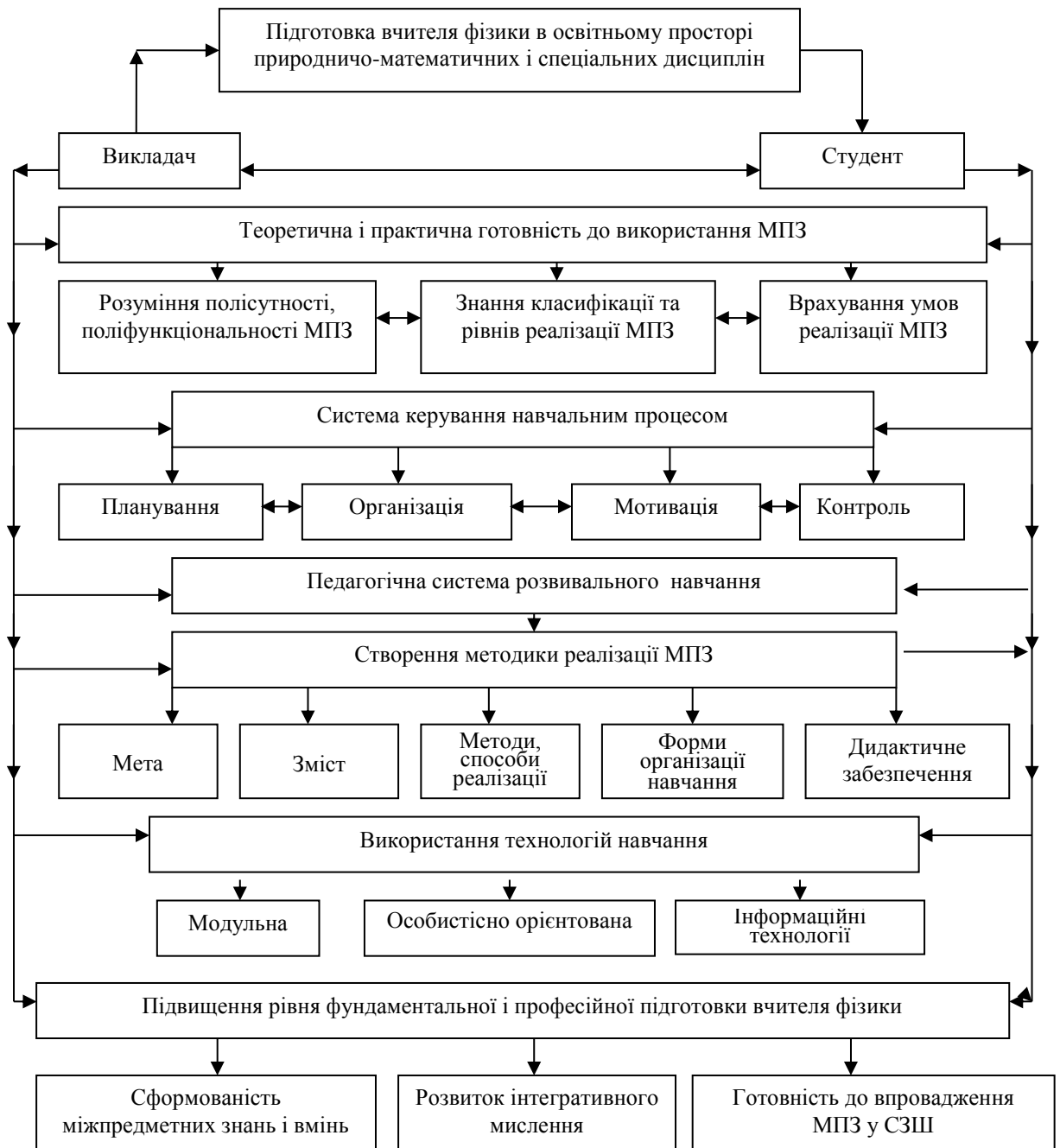


Рис.2.2. Модель МІЗ у підготовці вчителя фізики

Процесуальний компонент передбачає організацію взаємодії викладача і студента, що спрямована на засвоєння змісту освіти як цілісної системи. Єдність змістовної і процесуальної сторін навчання є важливою умовою реалізації МІЗ. Зміст навчального матеріалу, навчання й учіння взаємозв'язані і взаємозумовлені. Тому в процесі планування МІЗ у змісті навчального матеріалу потрібно враховувати методи, прийоми, засоби, форми

реалізації цих зв'язків. Використання МПЗ природничо-математичних, спеціальних та професійно орієнтованих дисциплін повинно змінити не тільки зміст освіти, а й технологію навчання. Результативний компонент визначає рівень сформованості міжпредметних знань, умінь, професійних і особистісних якостей, спрямовує на самоосвіту, саморозвиток, самореалізацію, що забезпечить майбутньому вчителю конкурентоспроможність на ринку праці.

Однією з найважливіших умов реалізації цієї моделі є теоретична і практична готовність викладачів до впровадження МПЗ у навчально-виховний процес, а студентів – до усвідомлення та засвоєння змісту освіти як цілісності. Теоретична готовність передбачає розуміння полістатутності, поліаспектності, поліфункціональності МПЗ, знання рівнів їхньої реалізації в процесі вивчення природничо-математичних і спеціальних дисциплін. Практична готовність пов'язана з плануванням МПЗ, визначенням їх змісту та способів реалізації. Об'єктивною основою планування МПЗ є спільність структури природничих, математичних, технічних навчальних дисциплін і цілей навчально-виховного процесу. Спільним у навчальній діяльності з реалізації МПЗ навчальних дисциплін є узагальнення знань, умінь і навичок студентів, що формуються в предметному навчанні. Завдання при плануванні МПЗ полягає в тому, щоб дати викладачам вищих навчальних закладів способи цілеспрямованої взаємодії навчальних дисциплін.

Планування МПЗ здійснюється на трьох рівнях: рівень навчального плану, рівень навчального предмета і рівень навчального матеріалу. Вже на рівні навчального плану потрібно звертати увагу на МПЗ циклів навчальних дисциплін. Для цього повинна бути створена науково обґрунтована методика розробки навчальних планів. На нашу думку, для планування МПЗ потрібно визначити цілі й основи формування міжпредметних знань, умінь і навичок, скоординувати дії викладачів різних дисциплін. Відсутність визначеної основи знизить педагогічний аспект міжпредметних зв'язків.

У змісті освітнього процесу виділяємо такі інформаційно-змістові і діяльнісні зв'язки між елементами змісту окремих навчальних дисциплін і циклів дисциплін:

- на рівні понять (різного ступеня узагальнення), що відображають просторово-часові форми існування матеріальних об'єктів, закони їх взаємодії і розвитку (речовина, поле, сила струму, інформація та ін.);

- на рівні законів і теорій, що обґрунтовують, якісно та кількісно оцінюють процеси, явища, які відбуваються в біосфері, техносфері, ноосфері (закони збереження, закони пізнання та ін.);

- на рівні методологічних основ і методів дослідження (теоретичні й експериментальні) об'єктів матеріального світу (методологічними основами є рух від абстрактного до конкретного, єдність логічного й історичного, аналізу й синтезу, інтеграції і диференціації, форми і змісту, теорії і практики, системний підхід, взаємозв'язок якісних і кількісних змін);

- на рівні діяльності, яка стосується засвоєння соціального досвіду відомих способів діяльності, творчого досвіду діяльності, досвіду емоційно-ціннісного ставлення до дійсності.

Результатом взаємодії елементів змісту в процесі навчання студентів є формування системи міжпредметних знань, узагальнених експериментальних умінь, умінь здійснювати системно-структурний аналіз природних і технічних об'єктів.

Основою для конструювання систем міжпредметних знань є формування в студентів наукової картини світу засобами окремих предметів: філософії, математики, фізики, радіоелектроніки, електротехніки тощо; формування систем політехнічних, екологічних, економічних та інших знань. Умовою вибору основи повинна бути професійна спрямованість систем міжпредметних знань, яка відображає не тільки зв'язки понять, законів, теорій різних дисциплін, а й сприяє формуванню необхідних якостей особистості майбутнього вчителя.

Планування на рівні навчальних дисциплін передбачає більш глибоке вивчення предмета за рахунок включення в робочі програми тематики міжпредметного змісту. Наприклад, включення матеріалу з історії науки сприяє встановленню зв'язків між природничо-математичними, професійно орієнтованими та спеціальними дисциплінами. Здійснюючи планування МПЗ на рівні навчальних дисциплін, потрібно враховувати, що “у процесі формування змісту навчальних предметів головну роль відіграє винайдення дидактичних еквівалентів реально існуючих зв'язків між науками та виробничими процесами з урахуванням дидактичних, педагогічних, психологічних та інших особливостей навчального процесу” [59, с.50].

Планування на рівні навчального матеріалу передбачає включення в зміст занять загальних понять для природничих наук – квант, ядро, електрон, заряд, атом, молекула, рух, швидкість, прискорення, похідна тощо, вивчення приладів одностипних для фізичних, технічних лабораторій; розв'язування задач із міжпредметним змістом та ін.

У процесі міжпредметної взаємодії відбувається не тільки формування спільних для декількох дисциплін понять, а і їхній розвиток: конкретизація, встановлення зв'язків і відношень між ними. Так, міжпредметними поняттями є матерія, рух, простір, час, що лежать в основі розуміння сутності процесів і явищ всього матеріального світу, закономірностей його розвитку. Формування і розвиток цих понять відбувається в процесі вивчення філософії, загальної фізики, математики, електротехніки, радіоелектроніки та інших дисциплін. Через міжпредметні поняття, математизацію знань, спільність об'єктів пізнання, взаємопроникнення методів і відбувається узагальнення наукового знання в процесі навчання.

Реалізація МПЗ у навчально-виховному процесі сприяє формуванню узагальнених умінь, окремі з яких будуть спільними для групи предметів. Наприклад, у фізиці, електротехніці, радіоелектроніці використовують вміння, набуті в процесі вивчення математики: вміння складати алгоритм

розв'язування поставленої задачі, визначати функціональну залежність досліджуваних параметрів об'єкта вивчення, обчислювати значення фізичних, технічних величин, будувати графіки тощо. Для спеціальних і природничо-наукових дисциплін загальними будуть вміння працювати з лабораторним обладнанням, проводити досліди, спостереження, вимірювання фізичних і технічних величин і т. ін. Спільними для дисциплін різних циклів є уміння знаходити, готувати, передавати й приймати інформацію. У зв'язку з цим для викладачів різних дисциплін важливо виробити єдиний підхід до формування узагальнених умінь, що повинно прискорити процес оволодіння ними, підвищити ступінь усвідомлення дій.

Процес формування міжпредметних умінь завершується там, де починає здійснюватися перенесення вміння, з однієї дисципліни в іншу. Окреме вміння (без його перенесення) не має міжпредметного характеру [195, с.11]. Це тільки попередня умова процесу встановлення МПЗ. Те саме стосується і знань.

Планування на всіх рівнях здійснюється таким чином, щоб МПЗ не були штучними, а природно вписувались у навчальний матеріал відповідно до логіки його викладу, поглиблювали, ілюстрували його. Тоді дисципліна, що вивчається, буде взаємозв'язана з іншими дисциплінами і посяде відповідне місце в навчальному плані та в системі підготовки вчителя.

У процесі планування МПЗ на всіх рівнях (школа – педагогічний вищий навчальний заклад) потрібно врахувати наступність шкільних і відповідних вузівських дисциплін, показувати єдність природи та природничо-науковий фундамент техніки на основі вивчення природничо-математичних і технічних наук.

Вибір форм, методів і прийомів навчання, педагогічних технологій визначається змістом матеріалу навчальної дисципліни з урахуванням попередніх, наступних, перспективних зв'язків із дисциплінами різних циклів підготовки, а також і цілями освіти й навчання та знанням аспектів МПЗ

(гносеологічний, методологічний, дидактичний, методичний, теоретичний, практичний), їх функцій.

Методологічний аналіз змісту МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін приводить нас до обґрунтування пріоритетності розвивального навчання, головною метою якого є „формування творчої, а в подальшому креативної особистості, яка має внутрішні передумови, що забезпечують її творчу активність” [135]. На нашу думку, використання технології розвивального та особистісно орієнтованого навчання дозволяє розкрити нові можливості МПЗ. Аналіз стану проблеми реалізації МПЗ із позиції психодидактики впевнює нас у тому, що ефективне використання МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у професійній підготовці вчителя фізики неможливе без опори на базовий принцип психодидактики – принцип єдності особистості, психіки, свідомості і діяльності [187]. Даний принцип обґрунтовано вводить у педагогічну систему освіти носія діяльності і свідомості – особистість, розвиток якої і складає основну мету розвивального навчання. Він показує, що основою для розвитку творчості є не діяльність як така, а її носій – суб’єкт, який є самоорганізованою системою, здатною до самооцінки. Вибір системи розвивального навчання означає не лише зміну самої діяльності, притаманних їй засобів і механізмів реалізації, а й істотну перебудову цільових установок, ціннісних орієнтацій, конкретних знань, умінь і навичок. Всі ці особливості були закладені нами в дидактичній системі навчання, яка орієнтована на розвиток студента, на системне бачення педагогічної діяльності в школі, тобто метою такого навчання був розвиток особистості, її індивідуальності, творчої самореалізації. При цьому в ролі одного з основних принципів організації навчання виступав принцип наступності, оскільки наступність є умовою узагальнення і на рівні системи проявляється як принцип її побудови [121, с.163]. З огляду на те, що розвиток студентів, учнів відбувається в процесі їхньої власної діяльності, а рівень і характер цього розвитку залежить від видів діяльності, вважаємо, що в основі

педагогічної системи розвивального навчання повинно бути не викладання, а учіння. Учіння, за І.С.Якиманською [209], є складним процесом переробки власного досвіду, його зміни під впливом навчання та формування психічних новоутворень: когнітивних, операційних та мотиваційних. Ефективність навчального процесу залежить і від того, наскільки свідомо студенти беруть участь у ньому та якою мірою цілі навчання стають для них особисто значущими. Таким чином, організація навчально-виховного процесу забезпечує єдність особистості, свідомості і діяльності. Використання розвивального навчання спрямоване на пізнавальну діяльність студента, яка засвоюється в єдності емпіричного і теоретичного пізнання. Пріоритетом процесу такого навчання є дедуктивний спосіб пізнання, що сприяє розвитку діалектичного мислення, проявом якого є теоретичне, інтегративне, синтетичне мислення.

Методика реалізації МПЗ у своїй структурі містить:

- визначення мети використання МПЗ;
- обґрунтування принципів відбору матеріалу міжпредметного змісту дисциплін *загальна фізика, математика, радіоелектроніка* та ін;
- обґрунтування вибору методів (оптимальне співвідношення між продуктивними і репродуктивними) реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін;
- вибір форм організації занять (практичні заняття міжпредметного змісту, комплексні семінари з використанням індивідуального і групового спілкування);
- визначення видів навчальної діяльності (навчально-пошуковий і творчий з елементами репродуктивного);
- підготовку дидактичного забезпечення реалізації МПЗ (система задач, завдань міжпредметного характеру та завдань із самостійного встановлення студентами МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін, система

завдань до лабораторних занять, що орієнтована на формування узагальнених експериментальних і пізнавальних умінь).

Організаційна діяльність викладача пов'язана із залученням студентів до творчої діяльності та її мотивуванням. В основу методики реалізації МПЗ покладено особистісно орієнтований підхід, мета якого – розвиток особистості майбутнього вчителя фізики, його індивідуальності, творчої самореалізації, формування культури життєдіяльності [8, с.31]. Основним її компонентом є проблемна ситуація, яка проектується на основі використання системи „задача – діалог – гра”. Орієнтація на діалогове навчання формує свідоме ставлення до способів діяльності, актуалізує творчі особистісні функції студентів, тобто сприяє розвитку майбутнього вчителя фізики.

На основі аналізу структури освітнього простору як цілісної системи в процесі нашого дослідження були виділені такі головні умови реалізації МПЗ у підготовці вчителя фізики:

- взаємне узгодження робочих програм різних дисциплін за часом вивчення і логікою викладу навчального матеріалу;
- структурно-логічний аналіз змісту навчальних дисциплін з метою виділення міжпредметних елементів знань та узагальнених умінь;
- наступність у формуванні знань та умінь;
- професійна спрямованість природничо-математичних і спеціальних дисциплін;
- поєднання різних педагогічних технологій в навчальному процесі.

Відповідно до умов запропоновані способи реалізації міжпредметного вивчення дисциплін у процесі підготовки вчителя фізики:

- проведення міжпредметних занять (лекції, семінари);
- введення в навчальні дисципліни матеріалу з історії науки;
- розв'язування задач міжпредметного змісту;
- виконання лабораторних робіт з використанням комплексних завдань;
- написання курсових і дипломних робіт з проблеми МПЗ.

Використання міжпредметного підходу до навчально-виховного процесу формує в майбутніх учителів фізики не тільки предметні знання, вміння і навички, а й уявлення про загальні теорії, комплексні проблеми в сучасній науці та виробництві, дозволяє сформувати системи знань та методів наукового пізнання. Тобто озброює випускника загальною інтегральною методологією професійної діяльності, що дає змогу використовувати апарат кожної дисципліни (методологію, основні поняття й положення) в інтегративному зв'язку з іншими як засіб розв'язку задач (проблем) у пізнавальній і професійній діяльності [201, с.19]. Це дасть змогу вчителю з найменшими затратами часу засвоювати нову інформацію, поповнювати професійні знання, розширювати свій кругозір, тобто, крім базових знань, набути таку важливу якість, як уміння навчатись. Цю якість учитель має прищеплювати й учням.

Зміст підготовки майбутнього вчителя фізики до здійснення інтеграції знань у СЗШ на рівні МПЗ представимо у вигляді таблиці 2.2.

Рівень теоретичної підготовки визначався за обсягом, глибиною і міцністю знань з проблеми МПЗ. Практична підготовка студентів до діяльності з реалізації МПЗ оцінювалась на заняттях в університеті та під час педагогічної практики за уміннями аналізувати програми з фізики, математики, хімії, біології і координувати їх у часі вивчення, виділяти структурні елементи міжпредметних знань і міжпредметних умінь, підбирати форми, методи і засоби реалізації МПЗ.

Згідно з теорією діяльності (Л.С.Виготський [44], О.М.Леонт'єв [126], С.Л.Рубінштейн [169] та ін.), що є основою теорії розвивального навчання (В.В.Давидов [62], Д.Б.Ельконін [207], Е.Стоунс [187] та ін.), психологічний розвиток можна розглядати як присвоєння, а потім відтворення індивідом типів діяльності, що історично склались, і відповідних їм здібностей, що реалізуються в процесі навчання. Проблема ж організації навчальної

діяльності з цілеспрямованого перенесення знань із однієї дисципліни в іншу ще не вирішено.

Таблиця 2.2

Зміст підготовки майбутнього вчителя фізики до здійснення інтеграції знань на рівні МПЗ у СЗШ

Компоненти підготовки	Характеристика компонентів
теоретичний	<ul style="list-style-type: none"> - психолого-педагогічні та методологічні основи МПЗ; - основні дидактичні функції МПЗ; - класифікація МПЗ; - значення МПЗ під час вивчення основ природничих наук у школі; - теоретичні та психолого-дидактичні основи формування узагальнених знань і умінь; - планування і організація навчальної діяльності учнів на уроках фізики та позакласній роботі з використанням МПЗ; - способи та форми реалізації МПЗ.
практичний	<ul style="list-style-type: none"> - планувати МПЗ; - аналізувати наукову і методичну літературу й визначати зміст міжпредметних систем знань; - відбирати матеріал міжпредметного змісту; - класифікувати МПЗ; - складати і розв'язувати задачі міжпредметного змісту; - включати новий матеріал у структуру попереднього знання; - здійснювати перенесення знань й умінь із однієї дисципліни в іншу; - проводити міжпредметні уроки, комплексні семінари, конференції міжпредметного змісту.
психоло-гічний	<ul style="list-style-type: none"> - усвідомлення та готовність вчителя до здійснення МПЗ, активне ставлення до визначеного напрямку навчально-виховної роботи; - врахування вікових та індивідуальних особливостей учнів, їхніх інтересів, нахилів у процесі реалізації МПЗ.

Підготовленість майбутніх учителів до реалізації МПЗ у навчально-виховному процесі загальноосвітньої школи визначалась на основі аналізу анкет, результатів письмових робіт і усних відповідей.

Важливе значення в підготовці вчителя фізики має мотиваційна група умов, які визначають професійну спрямованість особистості вчителя і сприйняття ним проблеми МПЗ як професійної, так і особистісно значущої. Тобто підготовка повинна бути суб'єктно і практично орієнтованою та вмотивованою. Мотиви визначають ефективність діяльності і задають спрямованість пізнавальної діяльності. Тому від рівня розвитку позитивної

мотивації майбутніх учителів до проблеми МПЗ залежить ефективність її реалізації. Проблема мотиваційної готовності є однією з центральних у підготовці вчителя. Тому експериментальне дослідження стану проблеми ми розпочали з мотиваційного компонента в діяльності з реалізації МПЗ.

Організаційно-педагогічні умови реалізації МПЗ передбачають підготовленість викладачів вищого навчального закладу до вирішення окреслених завдань, інформаційно-методичне забезпечення процесу підготовки майбутнього вчителя, наявність шкіл, у яких навчально-виховний процес побудований на основі МПЗ.

2.2. Особливості міжпредметного підходу до вивчення математичних дисциплін у підготовці вчителя фізики

Однією з характерних рис сучасного суспільства є проникнення математичних методів у різні галузі людської діяльності. Як відомо, знання стає точним тільки тоді, коли для його опису знаходять математичну модель. Тому майбутні вчителі фізики повинні одержати математичну підготовку, яка б давала змогу досліджувати широке коло проблем математичними методами, застосовувати сучасну обчислювальну техніку в науці, практиці, побуті, використовувати теоретичні знання у професійній діяльності. Отже, нові вимоги до математичної підготовки вчителя фізики зумовлені впровадженням у різні сфери людської діяльності комп'ютерної техніки, новітніх інформаційних технологій, сучасних методів математичної фізики, чисельних та ймовірнісних методів тощо. Основними принципами реформування математичної освіти у вищій школі є її фундаменталізація, гуманізація і гуманітаризація.

Фундаментальна спрямованість математичної освіти передбачає формування у майбутнього вчителя фізики уявлення про універсальність математики, засвоєння закономірностей математизації знань і життєво-практичної значущості основоположних математичних ідей.

Гуманітаризація математичної освіти передбачає врахування індивідуальних особливостей студента (поглядів, переконань, психології сприйняття навколишнього світу), структури його математичного мислення. Саме розвиток мислення є однією з важливих задач навчання математиці.

Гуманітаризація природничо-математичної освіти передбачає знання історії розвитку науки, що значно підвищує загальнокультурний рівень учнів, студентів, спонукає їх до пізнання не тільки того, що стало об'єктом історичних узагальнень, а й того, що характеризує сучасний стан науки [46].

Принцип гуманізації зумовлює створення умов для вільного розвитку особистості та максимальної реалізації її можливостей в процесі навчання на основі органічного сприйняття загальнолюдських і моральних цінностей. Реалізація зазначених принципів можлива за умов впровадження МПЗ природничо-математичних і професійно-орієнтованих дисциплін у навчальний процес [46].

Важливим документом, що регламентує зміст математичної освіти майбутніх учителів фізики, є галузевий стандарт [57]. На підставі проведеного аналізу кваліфікаційної характеристики випускника „бакалавр педагогічної освіти, вчитель фізики середньої загальноосвітньої школи другого ступеня” сформулюємо основну мету навчання математики – математичне забезпечення підготовки вчителя фізики:

- системою знань, що дозволяють застосовувати математичні методи для розв'язування задач математики і фізики;
- методологічними знаннями, що формують математичну культуру й кругозір як основу для подальшої самоосвіти;
- дидактичними знаннями, оволодіння якими є необхідною умовою професійної діяльності.

Реалізація мети математичної підготовки повинна сформувати фахівця, який вміє застосовувати математичні знання і вміння; здатний бачити перспективні сфери застосування математичного багажу в професійній діяльності;

готовий переносити математичні знання з одного об'єкта на інший. Деякі методичні аспекти реалізації МПЗ фізики і математики у ВНЗ висвітлені в працях Т.Л.Скубія, В.П.Сергієнко [188], Т.В.Ломаєвої, Н.В.Шаповалової [131, с.48], О.В.Вертелєвої, П.Ф.Самусенко [37, с.50], З.Філера [198]. Значна увага приділена даному питанню стосовно СЗШ та професійно-технічних закладів освіти.

Використання апарату математики, який заснований на строгих логічних доведеннях, дає змогу здійснити синтез високо формалізованого та предметно-змістовного навчання. Категорійний склад МПЗ фізики і математики будується на основі спільності понять (функція, відношення та ін.), а також методів теоретичного дослідження. Важливою умовою МПЗ фізики і математики є дотримання дидактичних принципів навчання: науковості, доступності, систематичності і послідовності та ін.

Аналіз основних дидактичних функцій МПЗ (проектування наукових знань на навчальний процес із урахуванням емпіричних і теоретичних міжпредметних узагальнень; систематизація, міжпредметне емпіричне й теоретичне узагальнення знань; формування міжпредметної структури знань; координація дисциплін у навчальних планах; забезпечення формування інтегративного, синтетичного мислення; поєднання принципу розвитку з загальним принципом єдності світу та ін.) та урахування зазначених у § 2.1 умов реалізації МПЗ дав нам змогу визначити основні напрями реалізації МПЗ фізики і математики в підготовці вчителя фізики:

- узгодження в часі вивчення фізичних і математичних дисциплін;
- забезпечення наступності у формуванні спільних понять, законів, теорій з метою збільшення їхньої інформаційної ємності, поглиблення сутності та єдності трактування;
- використання в процесі пізнавальної діяльності наукових методів дослідження;
- побудова міжпредметної структури знань у межах курсу фізики, що дозволяє застосовувати і поглиблювати отримані знання з математики, розкривати взаємозв'язки явищ природи;

- виділення комплексних тем, які можна розглядати тільки в єдиній системі наукових знань побудованій на базі фізики й математики;
- розробка системи задач, що потребує комплексного застосування знань із математики й фізики;
- розробка комплексних форм навчальних занять із фізики (комплексні семінари, міжпредметні лекції та практичні заняття), що дозволяють здійснити систематизацію і узагальнення знань одержаних у процесі вивчення фізики і математики;
- формування сучасного інтегративного мислення;
- професійна спрямованість навчання.

Усі вказані напрями є важливими, тому в процесі навчання ми застосовували найбільш ефективні технології їхньої реалізації. З метою реалізації вказаних напрямів МПЗ фізики і математики проаналізовано зміст математичної та фізичної освіти. Хронологічний розподіл вивчення дисциплін циклів природничо-математичної й професійно-практичної підготовки освітньої кваліфікації представлено у таблиці 2.3.

Зміст математичної освіти можна умовно поділити на такі етапи. Перший етап – навчання студентів на 1-му курсі. На цьому етапі систематизуються й узагальнюються знання з математики старшої школи та вивчаються базові дисципліни математики: математичний аналіз (множини, поняття функції, основи теорії границь; початкові відомості про диференціальне числення функції однієї змінної); лінійна алгебра і аналітична геометрія (матриці та визначники, початкові відомості про алгебраїчні структури, методи розв’язування систем лінійних рівнянь, вектори та лінійні операції над ними, пряма на площині, криві та поверхневі другого порядку та їх канонічні рівняння).

Аналізуючи стан підготовки майбутніх учителів фізики, методична рада ІПТЕФН ВДПУ протокольоно ухвалила рішення ввести в 1-му семестрі дисципліну “Елементарна математика”. Це дозволило зменшити період

адаптації студентів до вивчення вищої математики та створити основу знань, необхідних для викладання математичних дисциплін і курсу загальної фізики.

Таблиця 2.3

Хронологічний розподіл вивчення циклів дисциплін природничо-математичної і професійно-практичної підготовки

Навчальні дисципліни					
№ семестру	Цикл природничо-математичної підготовки			Цикл професійно-практичної підготовки	
1	Елементарна математика	Математичний аналіз	Інформатика	Шкільний курс фізики	
2	Лінійна алгебра і аналітична геометрія	Математичний аналіз	Інформатика	Загальна фізика (механіка)	
3	Лінійна алгебра і аналітична геометрія	Математичний аналіз	Інформатика. Основи векторного і тензорного аналізу	Загальна фізика (молекулярна фізика)	Теоретична фізика
4	Математичний аналіз		Диференціальні і інтегральні рівняння	Загальна фізика (електрика і магнетизм)	Теоретична фізика
5	Диференціальні і інтегральні рівняння			Загальна фізика (оптика)	Теоретична фізика Методика навчання фізики
6	-			Загальна фізика (атомна і ядерна фізика)	Теоретична фізика Методика навчання фізики
7	Теорія ймовірностей та математична статистика			Математичні методи фізики	Теоретична фізика Методика навчання фізики
8				Математичні методи фізики	Теоретична фізика Методика навчання фізики
	Державний екзамен „Фізика і методика її навчання”				

До курсу “Інформатика” внесені сучасні предмети “Моделювання” і “Методи обчислень”. Треба зазначити, що на сьогодні технічний стан інформатизації навчальних закладів дозволяє проводити комп’ютерне моделювання фізичних процесів та розв’язувати складні задачі теорії поля за

допомогою чисельних методів. Досвід викладання цих дисциплін на кафедрі математики показує, що їхня хронологічна узгодженість із загальною фізикою дає змогу якісно проводити лабораторний практикум з фізики. Так, для обробки результатів експериментального дослідження потрібне виведення формули похибок вимірювань. Наприклад, у лабораторній роботі з механіки “Вивчення періоду коливань математичного маятника” визначення похибки періоду коливань вимагає знання диференціального числення функцій кількох змінних, теорії ймовірностей, а також теорії похибок (оскільки всі величини, що входять у формулу періоду коливань $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ є наближеними). Проте сучасна теорія похибок не включена в жодний навчальний предмет галузевого стандарту. На нашу думку, теорію похибок треба включити для спеціальності “Фізика та основи інформатики і комп’ютерні технології” в предмет “Методи обчислень”.

У регіональні педагогічні університети, як правило, вступають діти з сільських шкіл, що тільки частково забезпечені комп’ютерною технікою. Результати проведених контрольних робіт на 1-му курсі засвідчили, що рівень знань і вмінь із предмета „Інформатика та обчислювальна техніка”, недостатній для сприйняття курсу „Інформатика” вищої школи. Тому звертаємо увагу на організацію самостійної роботи студентів під керівництвом викладача, щоб у майбутньому забезпечити підготовку майбутнього вчителя фізики з інформатики відповідно до вимог стандарту.

Другий етап – навчання студентів на 2-му курсі (завершення формування базових знань і перехід до поглибленого вивчення), де продовжується вивчення таких дисциплін, як математичний аналіз, лінійна алгебра і геометрія, інформатика, а також вводиться курс „Основи векторного і тензорного аналізу”.

Третій етап – 4, 5 семестри (поглиблене вивчення математики). На цьому етапі завершується вивчення математичного аналізу і вводиться дисципліна

„Диференціальні і інтегральні рівняння”, „Теорія ймовірностей та математична статистика”.

Четвертий етап – 7, 8 семестри. На цьому етапі відповідно до галузевого стандарту введено курс “Математичні методи фізики”, який завершує вивчення циклу математичних дисциплін сучасними математичними методами розв’язування практичних задач із різних галузей фізики і техніки.

Фундаментальна підготовка майбутнього вчителя фізики здійснюється в 2-8 семестрах, а професійна – в 5-8 семестрах. Завершальний етап підготовки повинен забезпечити цілісні уявлення майбутнього вчителя про сучасну картину світу, підготувати його до сприйняття новітніх ідей фізики XXI століття.

Звернемо увагу на основні лінії зв’язків між етапами математичної і фізичної освіти. Структура тематико-часових зв’язків для змістового модуля “Механіка” (2 семестр) представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Структура МПЗ змістового модуля “Механіка”

Попередні (ретроспективні) зв’язки	Супутні (синхронні) зв’язки	Наступні (перспективні) зв’язки
Матаналіз (вступ до аналізу, диференціальне числення функції однієї змінної) – 1 семестр ↓ Загальна фізика (механіка) – 2 семестр	Загальна фізика (механіка) – 2 семестр ↑↓ Матаналіз (інтегральне числення функції однієї змінної, ряди) – 2 семестр	Загальна фізика (механіка) – 2 семестр ↓ Диференціальні і інтегральні рівняння – 4-5 семестри

Пропедевтична математична підготовка студентів до вивчення змістового модуля – „Механіка” здійснюється на заняттях з математичного аналізу в 1-му семестрі (попередні зв’язки). Структурно-логічний аналіз програм з фізики і математики дає змогу виділити комплекс математичних знань, необхідних для засвоєння фізичних модулів (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5

Структурно-тематична таблиця змістових зв'язків дисциплін „Загальна фізика”, „Математичний аналіз”, „Лінійна алгебра і аналітична геометрія” та „Диференціальні і інтегральні рівняння”

Змістові модулі загальної фізики	Семестр	Необхідні знання з математики		
		Математичний аналіз	Лінійна алгебра і аналітична геометрія	Диференціальні і інтегральні рівняння
Кінематика і динаміка матеріальної точки. Система матеріальних точок	II	<ul style="list-style-type: none"> - Основні операції з дійсними числами і їх властивості (1с*). - Функція і способи її задання (1с). - Поняття похідної, формули похідних основних елементарних функцій і арифметичних операцій (1с). - Поняття границя та неперервність функції (1с). - Застосування похідної до дослідження функції (1с). - Поняття диференціалу, його властивості, тлумачення (1с). - Поняття визначеного і невизначеного інтегралу. Формули табличних інтегралів основних елементарних функцій (2с). - Похідна від неявно заданої функції (3с). - Диференціал від функції декількох змінних, похідна від декількох змінних (3с). - Диференціал одиничного вектора по скалярному аргументу. Інтегральні функції багатьох змінних. Подвійний інтеграл (3с). 	<ul style="list-style-type: none"> - Системи координат (прямокутна, полярна, декартова) і зв'язок між ними (2с). - Поняття про вектор і скаляр і основні операції з ними (проектування вектора, розкладання вектора на складові) (2с). - Векторний добуток (2с). - Тригонометрична форма комплексного числа. Формула Ейлера (2с). 	Звичайні диференціальні рівняння 1-го і 2-го порядку, які інтегруються в квадратурах (4,5с).
Робота і енергія	II	<ul style="list-style-type: none"> - Первісна та невизначений інтеграл (2с). - Визначений інтеграл (2с). Похідна та диференційовані функції (1с). - Поняття градієнта (3с). 	<ul style="list-style-type: none"> - Скалярний добуток (2с). 	Звичайні диференціальні рівняння 1-го та 2-го порядку (4,5с).

Механіка твердого тіла	II	<ul style="list-style-type: none"> - Первісна та невизначений інтеграл (2с). - Визначений інтеграл та його застосування (2с). 	Вектори та лінійні операції над ними. Векторний добуток. Скалярний добуток (2с). Лінійні векторні простори (3с). Базис лінійного простору (3с).	Диференціальні рівняння 1-го порядку та вищих порядків (4,5с).
Всесвітнє тяжіння	II	<ul style="list-style-type: none"> - Визначений інтеграл та його застосування (3с). 	Поверхні другого порядку і криві другого порядку (3с).	Звичайні диференціальні рівняння 1-го порядку (4с).
Механіка рідин і газів	II	<ul style="list-style-type: none"> - Границя та непервність функції (1с). - Визначений інтеграл та його застосування (2с). - Застосування диференціального числення функцій багатьох змінних (3с). 	Базис лінійного простору (3с).	
Механічні коливання і хвилі. Основи акустики	II	Диференціальне числення функції однієї змінної (1с). Інтегральне числення функції однієї змінної. Ряди Фур'є (2с). Функція та її градієнт. Функція комплексної змінної (3с). Визначений інтеграл та його застосування (2с).	Комплексні числа. Формула Ейлера (2с). Поверхні другого порядку та їх канонічні рівняння. Криві другого порядку (3с).	Звичайні диференціальні рівняння вищих порядків порядку (5с).
Неінерціальні системи відліку. Рух в неінерціальних системах відліку	I	<ul style="list-style-type: none"> - Частинні похідні і диференційовні функції (1с). - Визначений інтеграл та його застосування (2с). 	Вектори та лінійні операції над ними. Векторний добуток (2с).	Найпростіші типи диференціальних рівнянь вищих порядків (5с).
Механіка спеціальної теорії відносності	I	Поняття функції багатьох змінних. Застосування диференціального числення функцій багатьох змінних (3с).	Операції з векторами (2с).	Звичайні диференціальні рівняння 1-го порядку (4с).
Закони збереження в механіці	I	Застосування похідної до дослідження функції. Визначений інтеграл та його застосування (2с).	Криві другого порядку та їх канонічні рівняння (3с).	Застосування диференціальних рівнянь до розв'язування задач фізики і техніки (5с).

Вчасне математичне забезпечення курсу фізики є однією з умов ґрунтовного засвоєння навчального матеріалу. Однак низка передбачених програмою математичних понять, потрібних для опанування “Механіки”, буде розглядатися тільки в наступних (3 – 5) семестрах. Наприклад:

- функції багатьох змінних потрібні для опису складних функціональних залежностей різних фізичних величин;

- кратні інтеграли – для знаходження мас тіл із змінною густиною, моментів інерції тіл тощо;

- диференціальні рівняння 1-го і 2-го порядку – для опису об’єктів різної фізичної природи.

Така ситуація спостерігається і під час вивчення інших тем, розділів фізики, тобто викладання курсу математики не завжди узгоджується в часі з потребами курсу фізики.

Зв’язки дисципліни „Математичний аналіз” (інтегральне числення функції однієї змінної, ряди) з курсом “Загальна фізика” (механіка) є супутні, що здійснюються у двох напрямках: використання фізики для ілюстрації закономірностей, що вивчаються в математиці; математичне забезпечення фізики. Використання супутніх зв’язків забезпечує взаємодоповнення і взаємозбагачення дисциплін.

МПЗ дисципліни „Загальна фізика” (розділ „Механіка”) і дисципліни „Диференціальні й інтегральні рівняння” є перспективними. Вони мають глобальний характер, відкривають двері в ще невідомий світ диференціальних та інтегральних рівнянь. Ці зв’язки потрібні для забезпечення мотивації навчання, для планування конкретних кроків від попередньої дисципліни до наступної.

Виявлення та використання зв’язків у реальному навчальному процесі, як показує досвід, супроводжується певними труднощами, що мають інформаційний, дидактичний і методичний характер. Перші труднощі пов’язані з необхідністю знання сутності суміжної дисципліни, інші впливають з перших, оскільки викладач повинен не тільки знати понятійний

апарат суміжної дисципліни, а й уявляти логічну структуру матеріалу, володіти методами і засобами пізнання цієї науки. Методичні труднощі є наслідком перших двох. Виявлені проблеми призводять до того, що встановлення, використання попередніх і особливо супутніх зв'язків практично не спостерігається. На практиці МПЗ мають випадковий, декларативний та ілюстративний характер без усвідомлення їхньої функції у формуванні сучасного мислення студента, про що свідчать результати анкетування студентів, учителів, викладачів і результати проведеного констатуючого експерименту, одним із завдань якого було дослідження якості реалізації МПЗ фізики і математики у вищій школі (на прикладі розв'язування задач міжпредметного характеру), обізнаність студентів і вчителів з гносеологічними, методологічними функціями МПЗ.

Розв'язання проблеми узгодження в часі вивчення математичних і фізичних дисциплін відбувається у 2-х напрямках. Перший пов'язаний з між-кафедральною взаємодією викладачів, які визначають: зміст базових знань, що потрібні студентам для опанування певної теми, розділу і використовуються під час встановлення попередніх і супутніх зв'язків; – обсяг інформації необхідний студенту та її глибину з точки зору практичного використання.

Другий напрям взаємодії використовується під час вивчення спільних питань, що віддалені в часі, наприклад, диференціальні рівняння 1-го і 2-го порядків і змістові модулі механіки. У такому разі під час здійснення МПЗ використовуємо системний підхід. Зв'язки, що виникають між фізикою і математикою є такими, що циркулюють [30, с.75]. Математичні поняття, формули, правила, що використовуються у фізиці, виступають елементами системи (механіка). Не розглядаючи теоретичного підґрунтя цих елементів, використовуємо їх на лекціях, практичних заняттях і лабораторному практикумі з фізики. На завершальній стадії ці елементи повертаються у свою дисципліну. Циркуляція зв'язків завершується. Кількість циклів, у яких циркулюють зв'язки, залежить від числа тем дисципліни, що при цьому використовується. Такий підхід не порушує принципу науковості і

послідовності навчання (рис. 2.3.).

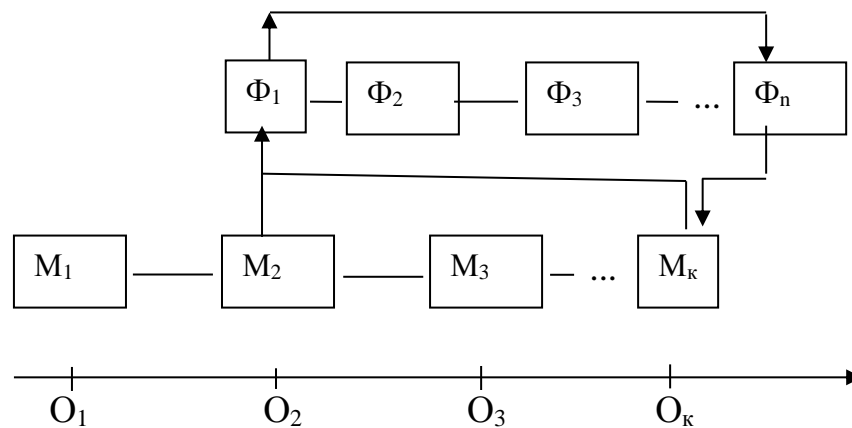


Рис. 2.3. Схема зв'язків, що циркулюють між навчальними дисциплінами

Де Φ – змістові модулі фізики, M – змістові модулі математики, k, n - загальна кількість модулів дисциплін, що розглядаються. Суцільні лінії показують напрям дії зв'язків між дисциплінами. Відрізки між точками $O_1, O_2, O_3 \dots O_k$ вказують на розведення у часі змістових модулів, що включені в МПЗ.

Розглянутий системний підхід і його використання під час встановлення МПЗ вирішує питання не тільки часового узгодження вивчення дисциплін, а й забезпечення наступності у формуванні спільних структурних елементів знань з метою збільшення їхньої інформаційної ємності, поглиблення сутності. Спочатку вивчаємо зовнішні властивості об'єкта, а потім виявляємо його внутрішню сутність, тобто процес пізнання йде від простого до складного, що сприяє системності знань студентів, яка, на думку О.І.Кульчицького [119, с.78], є однією з найважливіших характеристик інтеграції знань.

Такий підхід використовуємо і в плані професійної підготовки вчителя. Адже з перших кроків навчання студентів потрібно підтримувати їхній інтерес до майбутньої професії. Знання, як слушно зауважує Ю.А.Кустов [121, с.141], є цінністю для майбутнього фахівця тоді, коли вони вписуються як елементи в систему знань цієї спеціальності. Така система буде створена, якщо спеціальність буде тим каркасом, навколо якого будуть інтегруватись професійні знання. За переконанням І.М.Козловської [105, с.210], підставою для інтеграції виступає професійна діяльність, що є певною цілісністю і

міжпредметна за своєю сутністю.

У реалізації МПЗ синхронізація навчальних дисциплін має істотне значення, однак у підготовці майбутнього вчителя фізики в системі міжпредметного розвивального і особистісно орієнтованого навчання вирішальну роль відіграють змістові (на рівні знань і видів діяльності), методологічні і методичні (професійно спрямовані) зв'язки.

Змістом навчання студентів фізиці у цій системі є теоретичні знання, що мають міжпредметну структуру (на базі зв'язків математики і фізики), а також способи, прийоми, методи їхнього отримання. У рамках різних форм організації міжпредметного навчання використовують індивідуальне та колективне (групове) спілкування. Як основні способи структурування, передавання прийому і переробки інформації викладачами і студентами в їхній сумісній діяльності виступають продуктивні (проблемні, евристичні, дослідницькі) методи навчання. У ролі базових компонентів цієї системи вибираємо комплекс „задача-діалог”. Використання задач міжпредметного змісту розкриває різні функції математики. Орієнтація на їхнє використання актуалізує творчі особистісні функції студентів, адже розвиток продуктивних і творчих здібностей студентів відбувається в процесі розв'язання відповідних навчальних задач і проблемних ситуацій, які актуалізують мисленнєву діяльність студента, спонукають його до пошуку найбільш раціональних шляхів досягнення мети. Тобто розв'язування задач міжпредметного змісту формує інтегративне, синтетичне мислення. Як зазначає З.Філер „...задачі з фізичної тематики сприяють не тільки кращому засвоєнню математики та фізики, а й створенню навичок побудови математичних моделей явищ реального світу” [198, с.187].

Діалогічне навчання формує свідоме відношення до способів навчальної діяльності і є також передумовою розвитку індивідуальності. У рамках означеної системи звичайний діалог перетворюється в проблемно-рефлексивний полілог, який використовується педагогами в іноваційних

технологіях [181, с.177]. Використання діалогу дає змогу бачити проблему з різних боків, висловлювати своє ставлення до неї.

Виходячи з функцій математики у фізиці, виділимо такі види задач міжпредметного змісту:

- задачі, що ілюструють взаємний вплив фізики і математики на їхній розвиток (диференціальне й інтегральне числення);
- задачі, що відображають діалектичну єдність форми (математика) і змісту (фізика);
- задачі, що розкривають математику як мову сучасної науки (математичне кодування фізичної інформації);
- задачі для формування структурних елементів знань;
- задачі для розв'язування практичних завдань;
- задачі на усвідомлення єдності світу й інтеграції знань;
- задачі, що відображають рух думки від математичного формалізму до фізичної теорії, тобто використання математики як методу пізнання (задачі з історичним змістом).

Такі види задач охоплюють тільки деякі МПЗ фізики і математики та можуть використовуватись при дедуктивному й індуктивному підходах до викладання навчального матеріалу.

Наприклад, під час введення нових математичних понять „границя”, „похідна”, „числова функція”, „нескінченно мала і велика величини”, використовуємо (з урахуванням дидактичного принципу науковості) індуктивний спосіб вивчення матеріалу, який будуємо за схемою: аналіз фізичної ситуації (задача про миттєву швидкість, про прискорення, густину, швидкість хімічної реакції, теплоємність тіла при заданій температурі, силу струму та ін.) → постановка математичної задачі формулювання алгоритму її розв'язування → застосування сформульованого алгоритму до конкретних прикладів → фізична інтерпретація одержаного результату.

Таким чином, можна вводити поняття функції багатьох змінних, кратних інтегралів, диференціальних рівнянь, системи лінійних рівнянь під час

реалізації пропедевтичної функції математичного аналізу. Цей метод відображає методи наукового пізнання у формі навчальних методів, які сприяють актуалізації мисленнєвої діяльності студентів.

Для розвитку теоретичного стилю мислення використовується дедуктивний підхід – від загального до часткового. Спочатку розглядаємо навчальний матеріал на рівні теорії, а потім з'ясовуємо прикладні аспекти цієї теорії. Наприклад, поверхневі інтеграли – фізичні застосування: скалярні і векторні поля, формула Стокса та ін. Тільки тоді знання з математики наповнюються реальним фізичним змістом.

Приклади задач, що використовуємо під час введення понять похідна, визначеного та невизначеного інтегралу, основних елементів і понять теорії поля (скалярне і векторне поле, поверхні та лінії рівня, градієнт, дивергенція та ін.), які покладені в основу багатьох уявлень сучасної фізики наведені в додатку Ж.

На практичних заняттях з математичного аналізу та для самостійної роботи пропонуємо студентам кількісні фізичні задачі, що ілюструють прикладний характер математики. Тоді студенти за абстрактними формулами і рівняннями бачать їхнє реальне втілення у фізичні процеси, тобто ілюстрація природного походження понять, якими оперує математика, зв'язок їх з практичною діяльністю людини щодо пізнання і вдосконалення сприяє формуванню цілісного світосприйняття, переконує в можливості пізнання світу.

Нами укомплектовано задачі, що відображають МПЗ загальної фізики та математичного аналізу, основні аспекти використання яких: формування і розвиток математичних понять, що використовуються в фізиці; введення математичних понять.

На практичних заняттях з курсу загальної фізики під час розв'язування фізичних задач звертаємо увагу не тільки на предметні фізичні знання, а й на формування математичних умінь та навичок у процесі розв'язування задачі (наприклад, уміння обраховувати похідні, інтеграли, розв'язувати диференціальні рівняння та ін.), на знання математичних моделей фізичних процесів (наприклад, фізичний і механічний зміст першої і другої похідної і

т.д.), на узгодженість термінології, позначень, трактування спільних понять. Наприклад, в математиці, фізиці, електротехніці прийняті різні позначення похідної, уявної одиниці, оператора диференціювання, потоку вектора поля, градієнта скалярного поля. Робота з упорядкування термінології покладена на методичні ради. Все це сприяє формуванню математичної культури мислення майбутнього вчителя фізики, що є головною метою його математичної підготовки [116, с.16].

У процесі реалізації МПЗ робимо акцент на вивчення математичних моделей різних фізичних явищ. Тобто одним із завдань математичної підготовки вчителя фізики є формування вміння бачити за абстрактними математичними моделями природу та процеси, що в ній відбуваються, і розуміти роль математичного апарату в дослідженні цих процесів. У цьому полягає гносеологічне значення МПЗ фізики і математики. Важливість застосування математичного апарату полягає ще й у тому, що різні за своєю природою фізичні явища можуть мати одну і ту саму математичну модель. Наприклад, за допомогою рівняння Лапласа описують стаціонарний розподіл тепла в твердому тілі, течію рідини, явище кумуляції; поняття похідної функції моделює швидкість руху фізичного тіла, миттєве значення сили струму, лінійну густину тонкого стержня тощо. Одна математична структура може описувати властивості далеких за змістом реальних явищ. Математика дає зручні способи опису найрізноманітніших явищ реального світу і тим самим виконує в цьому розумінні функцію мови. Цю роль математики усвідомлював Галілей, який сказав: “Філософія написана в грандіозній книзі – Всесвіт, яка відкрита для нашого пильного погляду. Але зрозуміти цю книгу зможе лише той, хто навчився розуміти її мову і знаки, якими вона викладена. Написана ж вона мовою математики...” [219, с.237]. Наприклад, формула типу $F = k \frac{m_1 m_2}{r^2}$ може описувати закон всесвітнього тяжіння і закон Кулона. Величина мас і зарядів, що фігурують у цих законах, вимірюються в різних одиницях і мають різну розмірність. А в математичній формулі відповідні математичні операції

проводять згідно з правилами дій над числами незалежно від того, які фізичні величини вони представляють. Ця властивість математики виражає її загальність і абстрактність. Розуміння студентами того, що зміст математичного поняття не залежить від галузі його застосування, сприяє формуванню математичного кругозору „...який дозволив би охопити світ у цілому, пізнати його найважливіші зв'язки, знаходити шляхи до розуміння його функціонування” [110, с.340]. Для реалізації окресленого напрямку міжпредметної взаємодії загальної фізики та математики проводимо міжпредметні лекції, комплексні семінари. Наприклад, “Вектори в процесі вивчення фізики”, “Диференціальні рівняння в задачах з фізики”, “МПЗ фізики і математики в історії розвитку електродинаміки”. Приклад міжпредметного практичного заняття “Диференціальні рівняння в задачах з фізики” представлений в додатку 3. Вибір даної теми зумовлений тим, що прикладний аспект диференціальних рівнянь пов'язаний з методом математичного моделювання і з проблемою реалізації в них МПЗ. “Диференціальні рівняння – це мова, якою говорить природа, володіння якою становить частину загальної культури сучасної людини” [108, с.34].

Дидактичний матеріал, що використовується в процесі міжпредметного вивчення загальної фізики і математики, спрямований на: взаємне збагачення математики і фізики; розкриття діалектичної єдності форм і змісту; розкриття сутності математики як мови сучасної науки; реалізацію методологічної функції математики.

Міжпредметний підхід до вивчення природничо-математичних і професійно орієнтованих дисциплін забезпечує мотивацію їхнього вивчення, посилює професійне спрямування навчального процесу, дає наукове обґрунтування дидактичного забезпечення цілісності знань студентів, що позитивно впливає на формування навичок самостійної діяльності.

Реалізацію МПЗ фізики і математики спрямовували на такі види діяльності майбутніх учителів фізики:

- здійснювати індуктивні і дедуктивні умовиводи в процесі аналізу

фізичних ситуацій;

- висувати гіпотези відносно стратегії розв'язку поставленої задачі, знаходити необхідну інформацію і визначати методи розв'язку;

- переводити задачі фізичного змісту на мову математики і застосовувати математичний апарат для їхнього розв'язку;

- інтерпретувати результати і аргументувати одержані висновки.

Виконання перерахованих видів діяльності сприяє розвитку загальноінтелектуальних умінь: аналізувати, порівнювати, узагальнювати та ін.

2.3. Структурна сутність взаємозв'язків природничо-математичних і спеціальних дисциплін

Зміст освіти і зміст навчання спеціальних дисциплін дає змогу викладачу організувати інтегративну педагогічну діяльність на різних рівнях: МПЗ, дидактичного синтезу. Рівень інтеграції буде залежати від структури об'єкту вивчення. МПЗ встановлюємо на основі аналізу об'єкта з позиції навчального предмета (радіоелектроніки, електротехніки) як науки і як техніки. Наприклад, радіоелектроніка як наука займається теорією передавання, прийому, перетворення інформації на базі законів фізики, хімії, біології і математики. Радіоелектроніка як техніка вирішує завдання побудови каналів мовлення, зв'язку і керування на базі наукових знань.

Формування наукових понять, технічних, теоретичних і експериментальних методів дослідження в спеціальних дисциплінах здійснювали в процесі реалізації МПЗ у методологічному, теоретичному та практичному аспектах.

Методологічний аспект МПЗ реалізовували на основі загальних методів пізнання, принципів, що використовуються в математиці, фізиці, радіоелектроніці, радіотехніці та інших дисциплінах. Використання на заняттях методологічних загальнонаукових принципів (наприклад, принципів відповідності, краси, доповнювальності, симетрії та інші), які є методологічною основою сучасного природознавства, дало змогу студентам зрозуміти процеси, що відбуваються як у природі, так і у сфері людської

діяльності. Так, застосування принципу симетрії передбачало розгляд симетрії геометричних форм, симетрії фізичних, біологічних, хімічних законів, діалектики симетрії і асиметрії та пов'язаної з нею діалектики збереження та зміни, загального та одиничного. На основі цього принципу сьогодні будуються практично всі сфери діяльності людини. Не виняток – новітні комп'ютери, оптико-волоконні технології. На заняттях із фізики використовувались принцип симетрії під час розгляду законів збереження, принципу відносності, явища електромагнітної індукції [53]. У процесі вивчення електромагнітного поля розповідали, що саме принцип симетрії привів Максвелла до відкриття струмів зміщення, а Луї де Бройля – до гіпотези про хвильові властивості мікрочастинок. Ідея симетрії відіграла велику роль у фізиці елементарних частинок. Принцип симетрії розглядався нами в історичному плані як результат емпіричних даних або як висновки про інваріантність підтверджених дослідом законів фізики. Наприклад, рівняння руху Ньютона виявились інваріантними відносно перетворень Галілея, рівняння Максвелла – відносно перетворень Лоренца.

На заняттях з молекулярної фізики використовували принцип симетрії під час розгляду структури молекул, періодичної системи елементів Д.І.Менделєєва. Симетрія в природних умовах і в процесі пізнання відображає внутрішню єдність і гармонію навколишнього світу [175, с.173]. Студентам пояснюємо, що принцип симетрії органічно пов'язаний з методом моделювання, який застосовується в усіх науках. Для аналізу явищ використовують моделі, які спрощують та ідеалізують реальну ситуацію. Моделі створюються на основі аналогій. Так, наприклад, молекула ДНК моделюється як гвинт, спін мікрочастинки – як дзиґа, зіткнення фотона з електроном в ефекті Комптона - як пружна взаємодія куль. Аналогії між предметами або явищами дозволяють описувати їх однаковими рівняннями. Наприклад, коливання маятника, атомів у молекулі, електромагнітного поля в контурі описуються диференціальним рівнянням гармонійних коливань.

Принцип відповідності передбачає, що теорії, “... встановлені для тієї чи іншої предметної галузі, з появою нових, більш загальних теорій не усуваються як щось помилкове, зберігають своє значення для попередньої галузі як гранична форма і частковий випадок нових теорій” [117, с.170].

Цей принцип увів Н.Бор під час розробки теорії атома та встановлення зв'язку між рухом електронів в атомі і випромінюванням. У подальшому він став вихідним у побудові квантової механіки, що об'єднує класичну і релятивіську механіку, хвильову і геометричну оптику, класичну і квантову і т.ін. У математиці – геометрію Лобачевського і геометрію Евкліда, в біології – хромосомну теорію і теорію Менделя.

Одним із найважливіших евристичних принципів, що допомагають відшукати істину в науках, є принцип краси. Природа красива. Ефективні теорії красиві не тому, що ефективні, а тому що наділені внутрішньою симетрією і економічні з точки зору математики [64, с.27]. Методологічні принципи пізнання є компонентом понятійної структури фізичної картини світу, яка є своєрідним синтезом філософських і фізичних ідей, форма взаємозв'язку фізики й філософії, що є необхідною умовою формування наукового світогляду студентів. При цьому розв'язуються дві взаємопов'язані проблеми: світоглядна та методологічна. Перша – передбачає озброєння майбутніх фахівців науковими знаннями, системою поглядів на навколишній світ, здатністю правильно розуміти події, явища, що відбуваються в ньому; друга – озброєння методологічними прийомами діяльності, принципово новим підходом до явищ, вмінням застосовувати їх на базі сучасної науки і техніки для розв'язування завдань сьогодення та майбутнього.

Оскільки науковий світогляд є вищим типом світогляду, який є насамперед узагальненою системою природничо-наукових поглядів людини на світ і способи його перетворення, то формування такої цілісної картини світу можливе тільки на основі сукупності філософських, природничо-наукових, технічних знань.

Такі категорії діалектики наукового і навчального пізнання, як суперечність, сутність, явище, структура, зміст, взаємодія та ін. відображають

істотні якості об'єктів, що вивчаються, та їхнє місце в реальному світі. За допомогою цих понять, наприклад, у курсі радіоелектроніки, електротехніки, ТЗН, визначаються: наукові основи побудови технічних об'єктів; характер взаємодії певного об'єкта з природним, технічним і соціальним середовищем; характер впливу цього об'єкта на параметри технологічної системи.

Наступність у формуванні наукових понять різного ступеня узагальнення забезпечують такі аспекти вивчення технічних пристроїв:

- методи системно-структурного аналізу технічних об'єктів;
- виявлення фізичних основ функціонування елементів кіл, вузлів, блоків і пристроїв;
- встановлення характеру зв'язків, взаємозв'язків і відношень елементів у ланцюгу *елемент кола – вузол – блок – пристрій*.

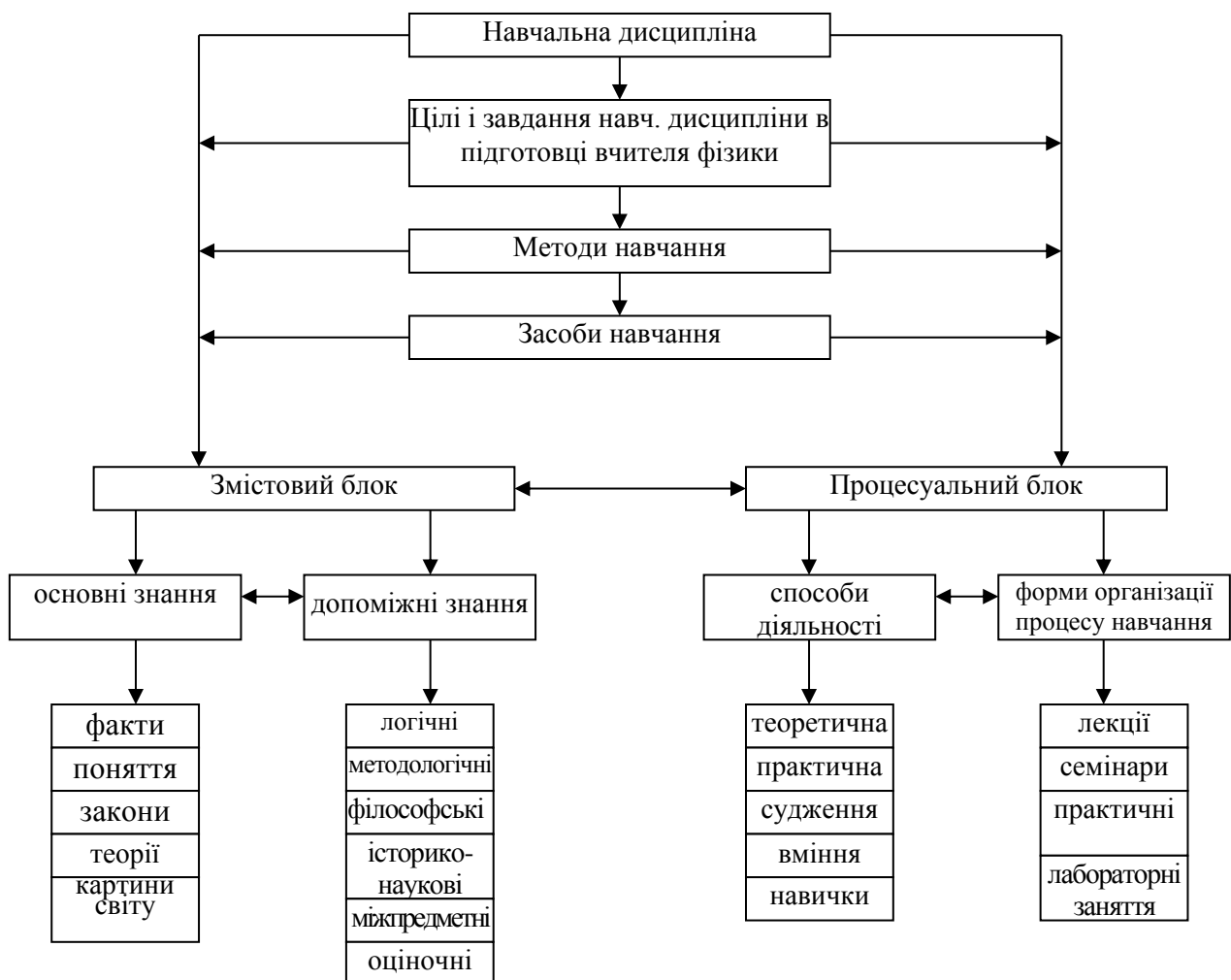
Важливим чинником здійснення МПЗ у методологічному аспекті є єдність підходів до формування мислення в процесі вивчення фізики, математики, радіоелектроніки, електротехніки та інших дисциплін. Індукція та дедукція, аналіз і синтез, порівняння і зіставлення, моделювання використовуються під час вивчення: теоретичних методів дослідження об'єктів; природничо-наукових основ їхньої організації; технології впровадження в навчальний процес СЗШ.

Теоретичний аспект МПЗ реалізується під час вивчення технічного об'єкта чи його теоретичної моделі. Для аналізу стану об'єкта дослідження ми використовували: поняття різного ступеня узагальнення; теорії, що відображають зв'язок фізичних процесів і явищ, які відбуваються в ньому, з його параметрами і характеристиками; систему методів дослідження певного об'єкта.

Прикладний аспект МПЗ є основою формування у майбутнього вчителя фізики практичних умінь і навичок, що необхідні для постановки демонстраційного експерименту, створення лабораторного і демонстраційного обладнання, проведення гурткової роботи, здійснення профорієнтаційної роботи. Встановлення і реалізація МПЗ у зазначених аспектах передбачає хронологічну, інформаційно-змістову і діяльнісну взаємодію. Залежно від теоретичного

матеріалу, що вивчається в спеціальних дисциплінах, їхні хронологічні зв'язки з загальною фізикою є попередні і супутні, з математичним аналізом – попередні, з методикою навчання фізики – супутні і наступні. Наступні зв'язки курсу радіоелектроніки, електротехніки, ТЗН, що реалізуються в умовах цілісного пізнавального процесу, спрямовані на майбутню інтегративну педагогічну діяльність майбутніх учителів фізики.

Визначити підстави для формування фундаментальної складової міжпредметного змісту допомагає дидактична модель навчальної дисципліни, що згідно з Л.Я.Зоріною, І.К.Журавльовим [77, с.19] може бути представлена на рис. 2.4.



Як зазначає С.У.Гончаренко, „...у зміст навчального предмета повинно бути зrealізоване методологічне положення про єдність змістового і процесуального аспектів у навчанні через опис понять складу і структури навчального предмета в термінах змісту і процесу” [49, с.17]. Під час

формування змісту навчального матеріалу орієнтуються на три можливі ознаки його диференціації: склад одиниці змісту, послідовність їхнього вивчення та структурна організація [43, с.36]. Ці ознаки ми враховували і в процесі формування фундаментальної складової міжпредметного змісту.

Дидактичними одиницями змісту загальної фізики як навчального предмета, що повинні бути засвоєнні студентами, виступають факти, поняття, закони, теорії, фізичні картини світу. Оволодіння знаннями, вміннями, навичками є умовою і основою освіти людини, які слугують критеріями її оцінки у всіх сферах життя. Тому інформаційно-змістові зв'язки загальної фізики, радіоелектроніки, електротехніки, математики, що зумовлені спільністю фактів, явищ, законів, теорій, методів наукових досліджень здійснювалися щонайперше на основі даних структурних компонентів знань в умовах предметно-модульного навчання. Ми врахували, що модульне навчання базується на діяльнісному, активізуючому і гнучкому підходах до процесу навчання [154, с. 187].

Модульний підхід ми визначаємо як засіб інтеграції предметно-змістовної інформації і як умову розвитку самостійного педагогічного мислення. У навчальному модулі виділяємо серед інших такі компоненти: міжпредметні зв'язки; професійна орієнтація.

Визначення характеру інформаційно-змістових зв'язків здійснюється на основі аналізу структури і змісту навчальних предметів та об'єктів вивчення.

Найбільш розвинені інформаційно-змістові зв'язки електротехніки, радіоелектроніки з фізикою та математикою на рівні понять. Наприклад, базою для радіоелектроніки є поняття, закони і теорії електродинаміки, електронної оптики, квантової фізики та математики (фізичні поняття – заряд, коливання, амплітуда, частота, період, довжина хвилі, фаза, електричний струм, електромагнітна індукція, потенціал, напруга, електрорушійна сила, резонанс; математичні поняття – функція, функціонал, аргумент, параметр, характеристика, приріст, похідна, інтеграл, вектор, комплексна величина, гармонійний ряд, похибка, відношення, залежність і т.д.). Тому на початку

вивчення модуля студенти проходять допуск, що дозволяє з'ясувати рівень їхньої підготовки з фізики та математики: сформованість понятійного апарату, знання законів, теорій. У разі потреби студентам пропонується завдання вирівнюючого характеру необхідного обсягу і складності.

Міжпредметними поняттями загальної фізики, радіоелектроніки, електротехніки є поняття філософського рівня (матерія, взаємодія, рух, простір, речовина, поле та ін.) і загальнонаукові (збереження, енергія, елементарність, закономірність, інформація, стабільність та ін.).

На базі природничо-математичних знань розвивається педагогічна діяльність викладача і пізнавальна діяльність студента. Організація пізнавальної діяльності студентів базується на самостійному встановленні як внутрішньопредметних змістових і процесуальних зв'язків, так і міжпредметних. Використання знань із фізики, математики під час аналізу технічних об'єктів робить знання рухливими, практично орієнтованими, необхідними в реальній діяльності (пізнавальній і перетворюючій). Системний підхід до аналізу електрорадіотехнічних кіл, пристроїв сприяє розвитку вмінь аналізувати більш складні процеси, що відбуваються у світі.

Нами апробовані і використовуються в навчально-методичних комплексах структурно-тематичні таблиці, що відображають змістові зв'язки дисциплін „Радіоелектроніка”, „Електротехніка”, „ТЗН”, „Фізика”, „Математика”. Фрагмент попередніх теоретичних зв'язків радіоелектроніки, загальної фізики (на рівні явищ, понять, законів, теорій) та вищої математики представлений в таблиці 2.6. В одній колонці таблиці відповідно до програми [158] представлені змістові модулі курсів радіоелектроніки (електротехніки, ТЗН), а в інших – структурні елементи знань курсу загальної фізики та математики (система фундаментальних знань), що необхідні для опанування певного модуля.

Таблиця 2.6

Структурно-тематична таблиця змістових зв'язків радіоелектроніки, загальної фізики та математики

Радіоелектроніка (змістові модулі)	Загальна фізика			Математика
	Поняття		Закони, теорії, принципи	
	Процеси, явища	Об'єкти, фізичні величини		
Сигнали повідомлення і радіосигнали	Електромагнітна індукція. Електромагнітні коливання. Резонанс. Випромінювання і поширення електромагнітних хвиль. Модуляція. Звук, інтерференція, дифракція.	Електромагнітні коливання, хвиля. Електромагнітне поле. Коливальний контур. Амплітуда, частота, діапазон хвиль, показник заломлення, період, фаза, потужність, довжина хвилі, швидкість, електропровідність, напруженість електричного поля.	Формула Томсона. Закон Джоуля-Ленца. Теорія електромагнітних коливань. Рівняння Максвелла. Принцип суперпозиції.	Інтеграл Фур'є. Спектральний аналіз функції. Функція Фур'є. Ряд Фур'є. Інтегральні рівняння. Функція Бесселя 1-го роду. Дійсна і уявна величина. Гармонічна функція.
Радіотехнічні кола	Явище електропровідності. Електричний струм. Електромагнітна індукція. Резонанс. Випромінювання і поширення електромагнітних хвиль. Електромагнітні коливання (вільні, вимушені).	Електричний струм, опір, напруга, е.р.с, сила струму, заряд. Провідник, діелектрик, напівпровідник. Ємність, конденсатор. Індуктивність. Амплітуда, частота, добротність. Енергія. Логарифмічний декремент згасання. Період коливань. Коливальний контур, Вібратор Герца. Електромагнітне поле. Електромагнітна хвиля (біжуча, стояча). Напруженість електричного поля. Потужність. Магнітна проникність, довжина хвилі. Індукція магнітного поля.	Закон Ома. Закони Кірхгофа. Закон Джоуля-Ленца. Метод комплексних амплітуд. Метод векторних діаграм. Вектор Умова Пойтинга. Принцип суперпозиції. Правила Кірхгофа	Інтеграл Фур'є, лінійні диференціальні рівняння 2-го порядку. Формула Ейлера, комплексний аналіз, векторний аналіз. Метод комплексних амплітуд. Метод векторних діаграм. Теорема Фур'є. Похідна. Диференціал. Полярна система координат. Метод апроксимації. Гармонічна функція.

Продовження таблиці 2.6

Електронні, напівпровідникові квантові прилади	Явище електронної емісії. Електричні процеси в газах. Контактні явища в металах, напівпровідниках. Тунельний ефект.	Електропровідність. Потенціал. Внутрішній опір. Напівпровідник. Провідник. Діелектрик. Робота виходу. Ємність, напруга, сила струму. Крутість сіткової характеристики, коефіцієнт підсилення, запірний шар, діод, тріод, фоторезистор, фотоелемент. Опір. Напруженість ел.поля. Електрон. Дірка. Зонна електронна провідність, квантова точка, квантовий провідник, квантовий транзистор.	Квантова теорія провідності твердих тіл. Закон Богуславського-Ленгмюра. Принцип Паулі. Зонна теорія провідності. Електронна теорія провідності. Статистика Фермі-Дірака.	Функція. Повний диференціал. Комплексні числа. Частинні похідні. Функції Фермі –Дірака. Рівняння Шредінгера.
--	---	---	--	--

Структура таблиці 2.6 дозволяє простежити наступність змістових модулів курсу „Радіоелектроніка”: у фізичних явищах, що використовуються для створення кіл та пристроїв різної складності і призначення; в понятійному апараті; в методах теоретичних досліджень радіоелектронних кіл. Змістові аспекти МПЗ розкриваються в процесі засвоєння змісту навчання спеціальних дисциплін. Поняття високого рівня узагальнення, що відображають МПЗ радіоелектроніки з фізикою, математикою, філософією та іншими дисциплінами, представлені у вигляді таблиці 2.7. Вони включені в змістові модулі до навчального матеріалу для студентів. У кожному модулі виділяємо також понятійний апарат радіоелектроніки, електротехніки. Наприклад, поняття радіоелектроніки: радіосигнал, генерація, модуляція, детектування, перетворення частот, коефіцієнт передачі, коефіцієнт гармонік, спектр сигналу, чутливість, вибірковість, канал зв'язку та ін. пов'язані з фізичними об'єктами і процесами, а також з математичними моделями цих об'єктів і процесів.

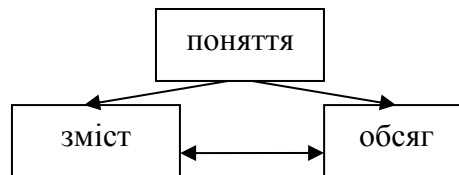
Знайомство студентів з понятійним апаратом на початковому етапі вивчення курсу дає студенту інформаційні координати даної навчальної дисципліни в системі професійної підготовки вчителя фізики, дозволяє передбачити можливі інформаційно-змістові і методологічні зв'язки з фізикою, математикою, методикою фізики, психолого-педагогічними дисциплінами.

Дидактичний принцип систематичності і послідовності вимагає, щоб знання, вміння і навички формувались неперервно в певній логічній послідовності, коли навчальні дисципліни, а саме їхній зміст був пов'язаний і готував базу для засвоєння нового. Оскільки мовою науки є система понять, що є елементами теорії, то формування понять можна вважати визначальним напрямом процесу навчання в загальноосвітніх середніх школах та вищих навчальних закладах. Поняття – основна форма знань, що відображає істотні, необхідні ознаки і відношення предметів та явищ [199, с.103]. Виділення поняття як елемента логічної структури навчального матеріалу зумовлене їхнім психологічним значенням.

Таблиця 2.7
Понятійний апарат радіоелектроніки

Наукові поняття	<p>Категорії діалектики наукового і навчального пізнання: якість, кількість, суперечність, сутність, явище, структура, зміст, форма, необхідність, випадковість, можливість, дійсність, зв'язок, взаємодія, відношення і т. д.</p> <p>Методи наукового пізнання: аналіз (системно-структурний, системний, функціональний і ін.), синтез, аналогія, індукція, дедукція, порівняння, класифікація, абстрагування, моделювання, спостереження, експеримент і т. д.</p> <p>Загальнонаукові поняття: речовина, поле, маса, сила, рух, енергія, інформація, час, простір, закономірність, ймовірність, стабільність, ентропія і т.д.</p> <p>Математичні поняття: функція, аргумент, похідна, інтеграл, диференціал, логарифм, гармонічна функція, приріст, вектор, комплексне число (аналітична, векторна, експоненціальна форма представлення), суперпозиція, матриця, кореляція, екстремум, спектральний аналіз функцій, числові множини, функціонали, ряди і інтеграли Фур'є, теорії графів, теорії випадкових процесів і т.д.</p> <p>Наукові поняття радіоелектроніки: струм, напруга, опір, потенціал, заряд, ел/м поле, ел/м хвиля, ел/м коливання, сигнал повідомлення, радіосигнал, шуми, резонанс струмів, резонанс напруг, добротність, хвильовий опір, вакуум, дірка, дифузія, заборонена зона, валентна зона, генерація вільних носіїв заряду, рекомбінація, дрейф, інжекція, підсилення, зворотний зв'язок, коефіцієнт передачі, амплітудно-частотна характеристика кола, фазово-частотна характеристика кола, режим самозбудження, нелінійні і лінійні спотворення і т.д.</p>
Технічні поняття	<p>Коло, елемент кола, конструкція, вузол, блок, пристрій, канал зв'язку, датчик, фільтр, електровакуумний прилад, іонний прилад, діод, тріод, транзистор, мікросхеми, ключ, контакт, перемикач, трансформатор, джерело живлення, випрямляч струму, генератор, модулятор, підсилювач, детектор, антена, фідер, резонатор, магнетрон, клістрон, кінескоп, мультівібратор, обмежувач, блок синхронізацій, блок розгортки, передатчик, приймач, гетеродин, лінія затримки, логічний елемент, тригер, регістр, суматор, шина, компра, лічильник, перетворювач кодів, кодер, декодер, мультиплексор.</p>
Технологічні поняття	<p>Формування сигналу, підсилення, генерація, перетворення спектру сигналу, перетворення частоти, селекція, модуляція, прийом, передача, детектування, обмеження амплітуди, автоматична підстройка частоти, автоматичне регулювання підсилення, перетворення частот, випрямлення напруги (струму), стабілізація напруги, інверсія провідності каналу, зміщення напруги, температурна стабілізація, трансформація, самозбудження, відтворення сигналу, синхронізація, розгортка зображення, гасіння електронного променя, відхилення променя керування електричним променем, затримка сигналу, трансляція, ретрансляція, комутація, запис сигналу, збереження сигналу, відтворення повідомлення і т. д.</p>

З точки зору психології, мислити - означає оперувати поняттями [183, с.62], а оволодіння поняттями передбачає засвоєння всієї сукупності знань про об'єкт або явище, до яких це поняття належить. Поняття має дві основні логічні характеристики: зміст і обсяг.



Зміст включає систему знань про істотні незмінні ознаки сукупності предметів, що узагальнюються. Обсяг поняття включає систему знань про сукупність предметів, ознаки яких відображені в змісті поняття [68, с.27]. У процесі вивчення змістових модулів відбувається розвиток понять, засвоєння їх на нових, більш високих рівнях. Наприклад, поняття матерія, речовина, поле почали формуватись під час вивчення філософії, загальної фізики. Реалізація МПЗ передбачає перенесення цих понять на об'єкти вивчення радіоелектроніки, електротехніки, де відбувається їхнє розширення й узагальнення, тобто подальше формування змісту і обсягу, що сприятиме формуванню світогляду майбутнього вчителя (методологічні і змістові зв'язки).

Наприклад, у курсі “Електротехніка” під час вивчення модуля “Генератори” треба звернути увагу на те, що в усіх типах генераторів відбуваються перетворення різних форм руху матерії в електромагнітну. У курсі “Радіоелектроніки” (модуль “Електронні, напівпровідникові, квантові прилади”) також розглядають перетворення різних видів енергії в електричну і навпаки. Наприклад:

- енергії випромінювання в електричну (фотодіод, фототранзистор, оптрон, фотопомножувач, прилад типу БІСПН, ПЗС і т.д.);
- механічної в електричну (тензодіод, тензотріод);
- магнітної в електричну (магніодіоди, магніотранзистори).

Під час пояснення роботи тріода в режимі підсилення коливань звертаємо увагу на особливості прояву закону збереження енергії. Значне збільшення напруги, а, отже, і потужності коливань в анодному колі порівняно з колом сітки, пояснюємо втратами енергії джерел анодної напруги і напруги розжарення. Використання поняття „енергія” до технічних об'єктів дає змогу пояснити фізичні процеси, що відбуваються в них. Такі поняття, як електричне поле, магнітне поле, електромагнітні хвилі, електромагнітні коливання, що

сформовані в курсі загальної фізики, узагальнюються в курсі радіоелектроніки під час розгляду процесів і фізичних закономірностей у лініях радіо – , телезв’язку та радіолокації.

Як приклад узагальнення знань на основі предметного фізичного поняття розглядаємо формування і розвиток поняття „показник заломлення”. Це поняття поряд із поняттями *світловий промінь*, *оптичне середовище*, *тривимірний простір* є основою геометричної оптики. Математичний зміст поняття визначається тим, що воно є функцією $n = \frac{c}{v}$, яке розглядається в області значень трьох множин (світлових променів, параметрів оптичного середовища, координат); фізичний (семантичний) зміст поняття (на відміну від математичного) стосується не символів, а реальних об’єктів (світло, середовище, вакуум) та їхніх властивостей (розповсюдження світла, його швидкість, проникність середовища). Найбільш істотні зв’язки цього поняття з іншими описуються законами заломлення, законом Брюстера. Формування виділеного поняття продовжується і в інших дисциплінах. Наприклад, у курсі „Астрономія” під час розгляду явища заломлення світлових променів в атмосфері планет (рефракція) виділяють нові характеристики поняття (залежність показника заломлення від висоти, складу середовища, температури та ін.). У курсі “Радіоелектроніка” (змістовий модуль “Сигнали повідомлення і радіосигнали”) розглядають особливості розповсюдження радіохвиль в іоносфері, які визначаються концентрацією вільних електронів - N . У свою чергу концентрація залежить від висоти над поверхнею Землі, пори року, часу доби, сонячної активності та випадкового характеру.

У змістовому модулі „Радіовузли і радіомовлення” обсяг цього поняття розширюється на радіодіапазон. В акустиці це поняття використовується у галузі коливань ультразвукової частоти. Таким чином, поняття зберігає своє фізичне ядро, але в різних навчальних дисциплінах виділяються ті ознаки, що є основою опису властивостей об’єктів їхнього вивчення.

Системно-структурний аналіз міжпредметних понять дає змогу

розкрити цілісність об'єкта вивчення, виявити різні типи зв'язків і відношень складного об'єкта. Формування понять є необхідним компонентом професійно-методичної діяльності вчителя фізики, тому майбутній вчитель фізики повинен оволодіти теоретичними основами методики його формування і розвитку, які закладаються в процесі вивчення дисциплін різних циклів підготовки.

Узагальнення знань може здійснюватись і на основі явищ. Наприклад, явище резонансу спочатку розглядається в курсі загальної фізики під час вивчення вимушених коливань в акустичних системах (струна, камертон, мембрана), електричних (коло змінного струму, коливальний контур), оптичних (резонатор оптичний). Звертається увага на те, що коливання різної фізичної природи описуються однаковими диференціальними рівняннями 2-го порядку (математичний аналіз).

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = f_0 \sin \omega_1 t \quad (\text{механічні коливання})$$

$$L \frac{d^2I}{dt^2} + R \frac{dI}{dt} + \frac{1}{c} I = \varepsilon_0 \omega \cos \omega t \quad (\text{електричні коливання у колі змінного струму}).$$

Математичні рівняння – символи нейтральні щодо реального об'єкта. Не визначивши фізичний зміст символів, не можна говорити про конкретні властивості фізичної системи. З іншого боку, без поняття похідної, диференціалу і т.д. неможливо визначити фізичне поняття. Тобто математичні поняття використовують для формування фізичних і технічних понять. У нашому прикладі диференціальні рівняння є основою синтезу знань про коливання. Використання математичних методів розрахунку дає змогу одержати амплітуди механічних і електричних коливань

$$A_0 = \frac{f_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega_1^2) + 4\beta^2 \omega_1^2}}, \quad I_0 = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega c})^2}}. \quad (1)$$

З умови максимуму амплітуди $\frac{dA}{d\omega} = 0$ або мінімуму підкореневого виразу в знаменнику рівнянь (1) визначаємо резонансну частоту

$$\omega_{\text{дв}} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} \quad (\text{для механічних коливань})$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (\text{для кола змінного струму}).$$

Знання з курсу загальної фізики, математичного аналізу входять до структури системи знань з радіоелектроніки. Так, резонанс напруг і струмів у послідовному і паралельному контурах, що вивчається в курсі „Загальна фізика”, використовують для вибіркового підсилення високочастотних електричних сигналів. Вибіркові властивості паралельного і послідовного контурів характеризують резонансними кривими, за допомогою яких визначають смугу пропускання та коефіцієнт підсилення за струмом і за напругою, що важливо для функціонування радіоприймальних установок.

На етапі застосування поняття до технічних об’єктів відбувається оволодіння поняттям через встановлення його взаємозв’язків із раніше вивченим. На цьому етапі відбувається розвиток поняття, збагачення його змісту, оскільки здійснюється перенесення поняття на інші об’єкти, що сприяє його засвоєнню на нових, більш високих рівнях. Якщо спочатку безпосередньо після введення поняття (курс загальної фізики), можна говорити тільки про засвоєння його на рівні впізнання і відтворення, застосування в знайомій ситуації, то під час перенесення його в інші дисципліни досягається рівень застосування в нових ситуаціях, а також може бути досягнутий творчий рівень засвоєння поняття.

Виділення системи фундаментальних понять з фізики, математики необхідних для опанування змістових модулів електротехніки, радіоелектроніки, ТЗН та включення їх в нову логіку (спеціальних дисциплін) сприяє узагальненню, ущільненню та зростанню їхньої інформаційної ємності, що сприяє поглибленому усвідомленню курсу загальної фізики, математики через їхній прикладний характер і політехнічній підготовці вчителя фізики, компонентом якої є природничо-наукові знання. Формування політехнічних понять базується на синтезі понять наукових і технічних.

Прикладом синтезу знання на рівні розгляду комплексних проблем є екологізація навчальних предметів. Екологізація є одним із провідних напрямів розвитку сучасної освіти. Вона передбачає необхідність синтезу знань філософії, техніки і технології, природознавства, педагогіки, психології, соціології та інших наук. Розв'язання цієї проблеми передбачає формування міжпредметних знань про природу, суспільство та людину, які повинні відображати матеріальну єдність світу, різні сторони взаємодії: людина-природа, людина-суспільство, суспільство-природа в їхньому історичному розвитку. У контексті цієї проблеми в змісті навчальних предметів розглядаємо питання про склад біосфери, її структуру, енергетичний баланс, єдність живої і неживої природи.

Під час встановлення зв'язку природничих і спеціальних дисциплін, з метою формування системи екологічних знань звертаємо увагу на те, що під впливом техніки і технічних наук актуалізувались проблеми відношення виробництва й екології, природних ресурсів і природного середовища, внутрішніх і зовнішніх умов виробництва екологічно небезпечної техніки та інше. Поєднання науки і техніки для потреб суспільства в справі панування над природою призвело до серії екологічних катастроф. Конструктивний підхід до екологічних проблем повинен витіснити споживне ставлення до природи, розв'язати питання створення замкнених циклів виробництва. А для цього потрібно, щоб екологічне мислення і культура стали обов'язковим елементом професійної освіти. Для розв'язання потреб екологізації змісту освіти у ВНЗ введено нову навчальну дисципліну “Основи загальної екології”, на вивчення якої заплановано 14 годин лекційних та 20 практичних, що недостатньо для досягнення цілей цієї дисципліни. Тому питання екологізації повинні бути відображені також у змісті інших навчальних дисциплін різних циклів підготовки вчителя фізики. Використання МПЗ дозволили нам реалізувати ті ідеї екологічної освіти, які неможливо розв'язати методами і засобами однієї дисципліни “Основи загальної екології”. Це цілісність природи і законів її розвитку, взаємозв'язок людини, техніки, суспільства і

природи, зміна природи в процесі технічної діяльності, морально-етичний розвиток особистості під впливом природи та інше. Питання екології висвітлювалися нами в процесі вивчення методики навчання фізики з метою підготовки студента до здійснення МПЗ у школі. Розгляд питань забруднення атмосфери та світового океану, руйнування озонного шару, знищення лісів та інше супроводжувалось залученням знань із різних дисциплін – географії, біології, хімії, фізики, трудового навчання тощо. Питання впливу процесів, що відбуваються на Сонці та на Землі, – потужні циклони, магнітосферні бурі, погіршення самопочуття людей – також мають відношення не тільки до фізики і астрономії, а й до географії, біології, хімії.

Узагальнення знань досягали й у процесі встановлення зв'язків і відношень теоретичних і експериментальних методів дослідження об'єктів технічних дисциплін. Теоретичні методи дослідження (метод комплексних амплітуд, метод векторних діаграм, графічні методи дослідження та ін.) засновані на законах фізики та математики. Вони дають досліднику змогу визначати параметри технічного пристрою і встановлювати характер їхньої залежності від параметрів елементів кола та навантаження. За допомогою теоретичних методів дослідження можна прогнозувати характер впливу параметрів радіоелектронного пристрою на сигнали різного спектра.

Представлення сигналів у аналітичній, графічній і спектральній формі дозволяє порівнювати часові й енергетичні параметри сигналів і кіл, розвивати мислення студентів, що сприяє формуванню системного підходу до дослідження технічних об'єктів різної складності.

Знання теоретичних методів дослідження радіоелектронних кіл дає основу для вибору методу експериментального. Структура експериментальної діяльності студента в лабораторіях спеціальних дисциплін базується на інтеграції знань фізики, математики, радіоелектроніки, електротехніки, методики навчання фізики, педагогіки і психології, оскільки вона не тільки спрямована на дослідження технічного об'єкта, а й орієнтована на майбутню професійно-педагогічну діяльність. У процесі дослідження реалізується

міжпредметна взаємодія на основі використання експериментальних умінь, що сформовані в курсі загальної фізики. Метод вольтметра-амперметра, метод осцилографування, резонансний метод є основними методами експериментальних досліджень радіоелектронних кіл. Ці методи дозволяють визначити параметри кіл через порівняння параметрів вхідного і вихідного сигналів. Вимірювання амплітуди і періоду змінної напруги здійснюється в курсах фізики й електротехніки. Вимірювання параметрів кола через параметри сигналу, як показало наше дослідження, формує в студентів уміння визначати змістові і процесуальні взаємозв'язки таких понять, як: сигнал, інформація, енергія, час, простір. Адже будь-який процес, що відбувається в радіоелектронних пристроях, змінюється в часі і просторі та пов'язаний з використанням енергії в процесі обміну інформації між джерелом і приймачем. Одні й ті самі закони фізики є основою функціонування технічних об'єктів різної структури.

У процесі розгляду технічних об'єктів студенти складають таблиці, що відображають зв'язки об'єкта з фізичними процесами, які відбуваються в ньому, з методами його наукового дослідження, технічними параметрами та технологічним призначенням (табл. 2.8). Системний аналіз технічного об'єкта потребує виявлення взаємозв'язків і залежностей між фізичними явищами, що лежать в основі його функціонування і параметрами, які характеризують його роботу.

Ця таблиця дає змогу також показати, що всі розділи і теми курсу зв'язані змістовно і процесуально, характеризуються високим ступенем наступності понятійного апарату, методів дослідження. Наприклад, елементи радіоелектроніки в різних поєднаннях входять у будь-який пристрій – фільтр, випрямляч, підсилювач, генератор, модулятор, детектор, перетворювач, частоти, приймач і т.д. У свою чергу, фільтр як фрагмент кола входить до складу підсилювача, генератора та інших пристроїв. Підсилювач із колом додатного зворотного зв'язку утворює генератор.

Зв'язки технічного об'єкта з фізичними процесами, методами дослідження, його технічними параметрами і призначенням

Досліджуван-ний об'єкт	Методи теоретичного дослідження	Фізичні процеси і явища	Технічні параметри і призначення
Резонансний фільтр на основі паралельних контурів.	Елементно-системний аналіз кола. Теорія лінійних кіл. Принцип суперпозиції. Спектральний аналіз процесу проходження сигналу в колі. Метод комплексних амплітуд. Метод векторних діаграм.	Струм в металах і діелектриках. Накопичення заряду в конденсаторі. Електромагнітна індукція. Резонанс струмів. Перехідні процеси. Проходження сигналів різного спектра через резонансний фільтр.	Опір, індуктивність, ємність (для елементів кола). Комплексний опір. Резонансний опір. Добротність. Резонансна частота. смуга пропускання. Коефіцієнт передачі. Вибірковість. <u>Призначення</u> : виділення сигналу, спектр якого знаходиться в смузі пропускання фільтра.
Підсилювач	Елементно-системний аналіз кола. Метод хвильових діаграм	Електричний струм у газах і напівпровідниках. Електромагнітні коливання. Змінний струм. Електромагнітні хвилі. Режим роботи електронних ламп та напівпровідникових приладів.	Коефіцієнт підсилення за напругою, струмом, потужністю. Вхідні і вихідні опори в схемах з СБ, СЕ, СК. Чутливість (номінальна вхідна напруга). Діапазон частот чи смуга пропускання, коефіцієнти спотворень (частотних, нелінійних, фазових), коефіцієнт корисної дії. <u>Призначення</u> : збільшення амплітуди напруги чи сили струму, потужності електромагнітних коливань.
Генератор	Метод хвильових діаграм	Процеси в коливальному контурі. Зворотні зв'язки. Проходження сигналів через лінійні і нелінійні елементи.	Частота, коефіцієнт нелінійних спотворень потужність. Частотна нестабільність. <u>Призначення</u> : перетворення енергії джерела постійного струму в енергію електромагнітних коливань.
Радіоприймач	Елементно-системний аналіз кола. Метод хвильових діаграм	Явище електромагнітної індукції. Фізичні явища і процеси, що відбуваються в резонансному фільтрі, підсилювачі. Перетворення електричних коливань у звукові або відео.	Чутливість, вибірковість, вихідна потужність, коефіцієнт нелінійних спотворень, смуга відтворюваних звукових частот та ін.. <u>Призначення</u> : відтворення повідомлення, що передається радіопередавачем.

Підсилювач у нелінійному режимі може слугувати детектором, модулятором, помножувачем частоти і т.ін. У структуру передавача і приймача входять фільтри, підсилювачі, генератори, нелінійні перетворювачі

і т.ін. У каналі зв'язку є передавачі, приймачі, антенні пристрої та інші блоки радіоелектронної апаратури. Залежно від технологій обробки сигналу в структуру каналу входять цифрові або аналогові пристрої. Такий внутрішньопредметний логічний зв'язок дозволяє здійснити інтеграцію змісту навчання на рівні дидактичного синтезу, оскільки змістовому синтезу відповідає процесуальний, на основі якого відбувається вивчення нового матеріалу.

Однією з головних умов реалізації МПЗ у навчальному процесі, на нашу думку, є формування в студентів мотивації до їхнього встановлення. Будь-яка діяльність стимулюється перш за все пізнавальними мотивами, які виникають і реалізуються в спеціально створених проблемних ситуаціях, коли студенти мають застосовувати засвоєні і нові знання, способи дій у практичній діяльності під час вивчення суміжних дисциплін [153]. Мотивація формується в процесі всіх видів педагогічних взаємодій: викладач – студент, студент – студент. Початковий етап мотивації до встановлення МПЗ має місце в процесі викладання курсу загальної фізики. Розгляд прикладних аспектів фізики, її зв'язків з технікою в розділі „Електрика та магнетизм”, поглиблення цих зв'язків у курсі „Електротехніка” створює базу для встановлення МПЗ у курсі „Радіоелектроніка”. Встановлення міжпредметних зв'язків формує більш стійку мотивацію студента на розкриття їхнього змісту, тобто на інтегральну пізнавальну діяльність, результатом якої є синтез знань.

Аналіз змісту навчальних дисциплін [32, 41, 82, 177] дає змогу визначити, які фізичні закони, що описують властивості явищ природи, лежать в основі роботи технічних пристроїв. Але треба звертати увагу студентів на те, що фізичні закони починають працювати в технічному пристрої, виконувати певні технологічні функції тільки за визначених комбінацій процесів, властивостей. Такі комбінації законів у природі не зустрічаються. Робота будь-якого технічного пристрою здійснюється за рахунок взаємозв'язку законів і явищ природи, їхніх комбінацій у певній послідовності. Наприклад, у циклічних прискорювачах, принципи дії яких вивчаються в курсі загальної фізики, за допомогою підібраної

певним чином комбінації електричних і магнітних полів, що створюються спеціальними технічними пристроями, відбувається прискорення частинок. В основі роботи прискорювачів лежить дія фізичного закону електромагнітної індукції, сили Лоренца, законів Ньютона, Біо-Савара-Лапласа. Цей приклад дає змогу показати, як поєднані певні комбінації фізичних законів уможливають створення нових технічних пристроїв.

Наочним прикладом комбінації фізичних законів у техніці може слугувати створення й удосконалення різних засобів зв'язку. Тобто функціонування технічних пристроїв підпорядковується певним закономірностям, які є проявом фізичних законів у штучно створених умовах.

Перенесення методів технічних наук на предметну галузь природничих дисциплін дозволяє перейти від вивчення вже готових існуючих складних структур і систем живої і неживої природи до створення нових матеріалів, нової техніки.

Для поліпшення професійної підготовки студентів під час навчання звертаємо увагу на зв'язки спеціальних дисциплін із дисципліною „Методика викладання фізики”, адже цей курс не в змозі вирішити весь спектр покладених на нього завдань. Окремі питання професійної спрямованості радіотехніки, радіоелектроніки розглядали А.В.Касперський [96], С.І.Козеренко [104], В.П.Сергієнко [175], В.М.Сисоєв [177] та ін. Особливими завданнями курсу *методики навчання фізики* є підготовка студента до проведення лабораторного та демонстраційного експерименту, позакласної роботи (гуртки з фізики і техніки), до роботи із обладнання сучасного фізичного кабінету [35] та ін.

Однією з вимог суспільства до школи є підготовка технічно грамотних випускників, які захоплюються технікою, відзначаються творчим ставленням до праці. Майбутні винахідники, конструктори зростають і починають формуватись у школі, на уроках, у фізико-технічних гуртках. Успіх у вирішенні цих вимог залежить від відповідної підготовки вчителя. Тобто одним із завдань курсу радіоелектроніки, електротехніки є забезпечення

практичної спрямованості підготовки студентів до реалізації МПЗ у школі, які є основою систематизації знань, політехнічної освіти, профорієнтації й підготовки учнів до праці. Тому ми пропонуємо на заняттях з радіоелектроніки, електротехніки розглядати приклади організації основних видів навчальної діяльності, з якими зустрінеться вчитель у своїй практичній роботі: формування понять, розв'язування задач, проведення лабораторних робіт, демонстраційного експерименту, позакласної роботи тощо.

Так, для підготовки майбутніх учителів до проведення демонстраційного експерименту лекції супроводжуємо демонстраціями, які не тільки дозволяють спостерігати необхідні для вивчення певної теми процеси, явища, а й формують знання про структуру діяльності експериментатора. Для цього в процесі проведення демонстрації лектор виділяє структурні елементи всіх його етапів (підготовка – проведення – аналіз результатів), визначає завдання кожного етапу, формулює положення про особливості діяльності експериментатора на кожному етапі і виявляє зв'язки між методами теоретичного й експериментального дослідження об'єкта.

Перед проведенням демонстраційного експерименту проводиться теоретичний аналіз об'єкта дослідження, формулюються мета і завдання експериментального дослідження, гіпотеза і визначаються умови для її перевірки. Чітко виділяються зв'язки між змістовою та процесуальною складовою експерименту, вибирається спосіб кодування отриманої інформації.

Аналіз результатів демонстраційного експерименту здійснюється в діалоговій формі, яка має завершитись формуванням висновків, що спростовують чи підтверджують висунуту гіпотезу й достовірність експериментальних даних. У процесі проведення демонстраційного експерименту звертаємо увагу на правила техніки безпеки, яких повинен дотримуватися майбутній учитель у фізичному кабінеті.

Експериментальні дослідження технічних об'єктів дають змогу: розкрити нові зв'язки і відношення між поняттями, що формуються; показати єдність теорії і експерименту, їхній взаємозв'язок, взаємовідношення та взаємодію в

процесі пізнання. На думку А.В.Касперського якість знань та практична підготовка учнів, студентів перебувають у прямій залежності від якості навчального експерименту [96, с.264].

Такий підхід до проведення демонстраційного експерименту під час вивчення окремих модулів радіоелектроніки, а також таких дисциплін, як загальна фізика, електротехніка є теоретичною і практичною пропедевтичною підготовкою студента до певного виду діяльності на заняттях із методики навчання фізики, на яких відбувається завершальний етап підготовки майбутнього вчителя до проведення демонстраційного експерименту в школі. Мотивація до встановлення МПЗ підтримується під час формування узагальнених експериментальних умінь. Формування узагальнених експериментальних умінь розпочинається на лекціях під час демонстрації явищ, що відбуваються в пристроях радіоелектроніки та продовжується під час проведення лабораторних досліджень з радіоелектроніки.

Якість знань визначається характером діяльності в процесі їхнього засвоєння. “Знання ніколи неможливо дати в готовому вигляді, вони завжди засвоюються через включення в ту чи іншу діяльність” [154, с.57]. Тому значна увага в організації навчального процесу приділяється проведенню самостійної роботи. Одним із основних аспектів організації інтегральної пізнавальної діяльності студента є самостійне встановлення зв’язків і відношень технічних об’єктів, визначення фізичних основ роботи, співвідносність структури об’єкта з технологічними операціями, які здійснюються в каналах зв’язку та керування. Для самостійного встановлення МПЗ студентам пропонуються завдання, для виконання яких потрібно використати знання з фізики, математики, електротехніки, методики навчання фізики.

Як приклад самостійних завдань, що потребують системного підходу до аналізу радіоелектронних пристроїв та самостійного пошуку МПЗ в процесі вивчення радіоелектроніки (змістовий модуль “Електронні прилади”) пропонуємо такі завдання:

Завдання І. Дати визначення і виділити суттєві ознаки таких понять:

струм у вакуумі; термоелектронна емісія; робота виходу електронів з металу, електронна лампа; газовий розряд; контактні явища в напівпровідниках; власна і домішкова провідність; термоопір; фотоопір; діод; транзистор.

Завдання II. Скласти перелік фізичних понять, законів, теорій, що описують фізичні явища, які використовують для створення електронних приладів. Указати, які електронні прилади створені на основі одного чи декількох явищ.

Завдання III. Як елементну базу шкільного осцилографа, генератора використовують електровакуумні прилади – діод, тріод, тетрод, пентод. Визначити:

- фізичні явища, що лежать в основі їхньої роботи;
- фізичні параметри, що характеризують роботу даних приладів;
- статичні характеристики, що дозволяють визначити параметри;
- відмінність між статичними і динамічними параметрами приладів.

Завдання IV. Вказати:

- в яких радіоелектронних пристроях використовують прилади дія яких базується на явищах внутрішнього і зовнішнього фотоефекту;
- в яких розділах шкільного курсу фізики розглядається принцип роботи приладів, що використовують явища внутрішнього і зовнішнього фотоефекту;
- в яких видах шкільного фізичного експерименту можна використати ці прилади.

Завдання V. У наборі напівпровідникових приладів для шкільного фізичного експерименту використовують біполярний транзистор, що встановлений на панелі. Пояснити:

- фізичні явища, що лежать в основі роботи даного транзистора;
- особливості роботи біполярного транзистора, схеми увімкнення, що використовуються найбільш часто;
- можливості використання біполярного транзистора в роботі гуртка технічної творчості;
- які фізичні явища можна продемонструвати з використанням

транзистора.

Завдання VI. У сучасних приладах радіоелектроніки використовують інтегральні мікросхеми. Вказати:

- переваги інтегральної електроніки перед дискретною;
- прилади побутового призначення і обчислювальної техніки, в яких використовують інтегральні мікросхеми;
- технологічні можливості застосування інтегральної електроніки в системах зв'язку, управління, мовлення;
- можливості використання інтегральної мікроелектроніки в навчальному процесі в загальноосвітніх середніх школах;
- фізичні основи мікромініатюризації.

З метою керування процесом навчання або самонавчання в змістові модулі включаються завдання для самоперевірки його засвоєння.

2.4. Інструментальні засади міжпредметних зв'язків природничо-математичних і спеціальних дисциплін

2.4.1. Інформаційні технології навчання як засіб міжпредметної взаємодії дисциплін

Інформаційні технології в навчанні – це методологія й технологія навчально-виховного процесу з використанням нових електронних засобів навчання і насамперед комп'ютера. Найбільш широке трактування терміна *інформаційна технологія* запропонував М.І.Жалдак [75, с.42]: „Під інформаційною технологією розуміється сукупність методів і технічних засобів збирання, організації, збереження, обробки, передачі і представлення інформації, що розширює знання людей і розвиває їхні можливості з керування технічними і соціальними процесами”. Можливості застосування комп'ютерних технологій в навчальному процесі СЗШ, ВНЗ, професійно-технічних закладах освіти досліджували В.Ю.Биков [22], М.І.Жалдак [75], Ю.О.Жук [76], Р.С.Гуревич, М.Ю.Кадемія [61], В.Ф.Заболотний [78], Є.І.Машбіц [138], В.М.Монахов [145], В.І.Сумський [166], І.Г.Захарова [83].

Питання про застосування комп'ютерів у навчанні природничих наук розглядалися також на міжнародних конференціях [216, 218, 220].

У більшості публікацій учених-педагогів підкреслюється доцільність застосування комп'ютерів у всіх формах навчання тільки за умови, коли головною метою є підвищення логіко-дискусійної потужності розуму, а перспективи ефективного використання комп'ютерних технологій пов'язуються з алгоритмізацією мислення. Окремі автори заперечують корисність використання комп'ютерів у розвитку творчого потенціалу особистості, її самоудосконалення. Така думка, на наш погляд, не правомірна. На нинішньому етапі розвитку інформаційних технологій персональний комп'ютер може стати потужним засобом розвитку не лише інтелектуальних, а й креативних здібностей студентів. У цьому головна роль відводиться новим формам і методам навчання.

Узальнюючи досвід використання комп'ютерних технологій у підготовці вчителя фізики [91, 111, 115, 138], визначимо його можливості як засобу і предмета міжпредметної взаємодії дисциплін. Проблема використання ІТН у підготовці вчителя фізики, на нашу думку, має дві складові: перша – пов'язана з впровадженням ІТН в навчальний процес ВНЗ; друга – з підготовкою студентів до використання ІТН в майбутній педагогічній роботі.

Реалізація цих напрямів здійснюється в системі МПЗ загальної фізики, математики, ТЗН, інформатики. За цієї умови викладач (вчитель) отримує:

- доступ до більшого обсягу навчальної інформації;
- образну, наочну форму представлення матеріалу, що вивчається;
- підтримку активних методів навчання;
- можливість залучення в процес активного навчання студентів (учнів), які мають різні здібності і стиль учіння;
- можливість зробити навчання більш ефективним за рахунок включення всіх видів чуттєвого сприйняття в мультимедійний контекст.

Комп'ютер як засіб навчання сприяє активізації пізнавальної діяльності студентів. Комп'ютер, зокрема, фізичні принципи роботи пристроїв, що входять до його складу (ксерокс, принтер), є об'єктом для здійснення МПЗ загальної фізики з інформатикою, ТЗН. Для активізації пізнавального інтересу студентів за допомогою мультимедійних засобів, на екрані дисплея відтворюємо схему та принцип роботи ксерокса.

На лекціях, практичних заняттях з фізики, методики фізики показуємо дидактичні можливості наявних навчальних комп'ютерних програм. Демонстрація їхніх фрагментів передбачає обов'язковий аналіз переваг і недоліків, обговорення можливостей використання в школі.

За допомогою програмування студенти мають змогу автоматизувати розв'язування багатьох видів однотипних задач з математичного аналізу, алгебри, загальної фізики та здійснити обробку даних експериментів лабораторних практикумів з усіх розділів загальної фізики, електротехніки, радіоелектроніки. Використання ж комп'ютерної графіки дає змогу візуалізувати отримані результати, спостерігати на екрані дисплея залежність конкретних фізичних величин від зміни тих чи інших параметрів.

Приклади розв'язання задач міжпредметного змісту з комп'ютерною підтримкою представлені в роботі [111].

Комп'ютер виступає засобом інтеграції знань у процесі використання мережі Інтернет. Пошук інформації, пов'язаної з вказаною проблемою, змушує студента опрацювати значний масив інформації, виділяти з нього головне, систематизувати, класифікувати, узагальнювати, що є особливо цінним для майбутнього вчителя. У процесі такої роботи студент спостерігає за взаємопереплетінням різнопредметних знань, їхнім проникненням у техніку, виробництво, культуру. Так, наприклад, ми ставили перед студентами завдання підготувати інформацію з історії розвитку енергетики в Україні й її нинішній стан. Це повинні бути не реферати, які ніхто, окрім викладача, не читає. Вимагалось, щоб зібраний матеріал було скомпоновано так, щоб він міг бути

презентований у вигляді цікавої науково-популярної лекції, яка може бути використана студентом під час майбутньої педагогічної роботи в школі.

Для виконання поставленого завдання студенти розділилися на групи для дослідження проблеми за різними напрямками. Одні з них шукали історичні дані, інші вивчали географію електростанцій, треті - види палива та принцип їхнього використання, четверті - стан екологічних проблем в Україні, пов'язаний із роботою електростанцій, п'яті - аналізували оптимальні умови та ККД різних електростанцій. Знайдена інформація класифікувалася, обговорювалася, систематизувалася. Таким чином, у процесі навчання електротехніки був дотриманий принцип професійної спрямованості, реалізована методика співробітництва з елементами методу проектів, а вся робота з пошуку інформації в мережі Інтернет сприяла інтеграції знань з математики, фізики, географії, екології тощо.

З позиції МПЗ не можна обійти також взаємозв'язок загальної фізики-електротехніки-радіоелектроніки й інформатики. Доцільним буде розгляд на лекціях з радіоелектроніки революційних змін, що відбулися за останні кілька десятків років в елементній базі комп'ютерів (вакуумні лампи - транзистори - мікросхеми - інтегральні схеми - електронні аналоги біологічних і нейрофізичних механізмів мисленнєвої діяльності і т.д.), та їхнього впливу на підвищення надійності, точності, швидкодії, розширення функцій обчислювальної техніки.

Результати впровадження комп'ютерів у навчальний процес, одержані за останні роки в різних країнах, показали, що відсутність будь-яких істотних успіхів у галузі використання комп'ютерів у навчальному процесі викликана недостатньою їхньою інтеграцією в навчально-виховний процес. Успіх у використанні комп'ютерної техніки в навчальному процесі залежить від ступеня її інтеграції зі змістом і методами навчання, від інтеграції з програмами і засобами навчання, в тому числі дидактичними і науково-методичними посібниками. Виведення на екран тексту високоякісних

малюнків, відеофільмів, анімації, відтворення звуку, керування голосом за допомогою мультимедійних технологій значно поліпшує якість презентації навчального матеріалу.

Особливо важливим у підготовці вчителя, на нашу думку, є не тільки використання елементів мультимедіа викладачем під час відбору навчального матеріалу, а й активна участь самих студентів у такій роботі. Наприклад, у процесі підготовки віртуальної лекції викладач залучає студентів до пошуку важливої й цікавої інформації, а також до оформлення навчального матеріалу. Залучення студентів до пошуку наукової інформації в друкованих джерелах і мережі Інтернет стимулює їхню активність, самостійність, сприяє розвитку творчих здібностей.

У цьому випадку викладач виступає в ролі режисера-постановника навчального процесу, який містить елементи освітньої технології методу проектів і методики співробітництва. Особливо доцільна й дидактично обґрунтована така методика в процесі створення міжпредметних, інтегрованих віртуальних лекцій. За таких умов кожний студент вибирає напрям діяльності відповідно до своїх інтересів й умінь, має змогу самостійно й творчо підходити до розв'язання проблеми, спостерігати, як знайдена ним інформація органічно вплітається в цілісну систему знань про конкретні об'єкти реального світу. У свою чергу, поєднання світлових та музичних ефектів з дидактичним матеріалом сприяє його емоційному збагаченню, що є одним із видів регуляції пізнавальної активності.

„Мало сформувані відповідні знання та вміння, більш важливо і значно складніше виховати у спеціалістів потребу в їхньому застосуванні” [216, с.54].

Перший етап підготовки майбутніх учителів фізики мотивує наступну діяльність їх на заняттях з дисципліни „Сучасні інформаційні технології навчання”. Цей курс побудований на трьох моделях: ІТН як об'єкт вивчення; ІТН як інструмент навчання; ІТН як середовище навчання.

Реалізація першої моделі передбачає теоретичну підготовку майбутніх учителів фізики з питань:

1. Сутність інформаційних технологій навчання.
2. Психолого-педагогічні основи використання ІТН.
3. Методичні аспекти використання ІТН.
4. Огляд навчальних дисків з фізики та сайтів з фізичним змістом.
5. Електронні посібники.
6. Дистанційна фізична освіта.

Основою реалізації другої і третьої моделі є МПЗ фізики, інформатики, методики навчання фізики, формою реалізації – лабораторні семінарські заняття, методи реалізації – проблемно-пошуковій, дослідницький.

На лабораторних заняттях студенти виконують творчі завдання пошуково-дослідницького характеру двох типів. Перші передбачають застосування наявних комп'ютерних програм із фізики („Физика в картинках”, „Открытая физика”, „Живая физика”, „Оптлаб”, „Активна фізика” та ін.) у проведенні певного типу уроку. Інший варіант завдань передбачає реалізацію сценарію навчальної комп'ютерної програми, що розроблена сумісно з викладачем, а надалі самостійно. Виконання цих завдань потребує від студента опрацювання значного масиву інформації з методики навчання фізики, історії фізики, інформатики, методики навчання інформатики, тобто підготовлені мультимедійні проекти є результатом синтезу знань студента з цих дисциплін. На практичних заняттях студенти аналізують створені ними фрагменти комп'ютерних програм за схемою: 1) доцільність використання комп'ютерної програми; 2) відповідність програми змісту підручника. Розробка власних проектів (результат реалізації МПЗ методики навчання фізики, інформатики) активізує навчально-дослідницьку діяльність студентів, розвиває їхню творчу ініціативу, самостійність як необхідні компоненти професійної підготовки вчителя.

Реалізація МПЗ має на меті формування комплексного вміння методично грамотно використовувати ІКТ. Основними компонентами його є:

- технічний - працювати з комп'ютером як користувач стандартного програмного забезпечення;
- методичний - використовувати МПЗ, Інтернет на уроці фізики;

- оціночний - критично ставитись до інформації, що отримана з різних джерел, використовуючи знання з фізики, математики;
- педагогічний - формувати в учнів культуру роботи із застосуванням інформаційних технологій.

Широке впровадження комп'ютерних технологій у навчальний процес дозволяє найбільш повно реалізувати такі дидактичні можливості:

- інтенсифікація й оптимізація навчального процесу;
- індивідуалізація і диференціація навчальної діяльності викладачів і пізнавальної діяльності студентів;
- удосконалення способів презентації навчальної інформації;
- активізація пізнавальної діяльності студентів;
- розвиток самостійності в розв'язуванні конкретних навчальних завдань;
- систематизація та інтеграція різнопредметних знань;
- формування й розвиток творчих умінь.

2.4.2. Розв'язування задач міжпредметного змісту на практичних заняттях

Практичні заняття є однією з найбільш важливих форм навчальної роботи студентів. На думку С.І.Архангельського, практичні заняття розглядаються в ролі певного виду практики, що пов'язана з поглибленням, застосуванням і розширенням знань і навичок на основі змісту лекцій [7, с.248].

Змістовий компонент процесу навчання студентів на практичних заняттях визначається сукупністю задач, що використовуються для розв'язування студентами. Методологічною основою формування змістового компоненту практичних занять повинен бути системний підхід [25]. Здійснення цього підходу передбачає дотримання таких етапів:

- 1) моделювання змісту системи знань, що підлягають засвоєнню, поглибленню, розширенню, конкретизації чи систематизації;
- 2) структурування системи знань і визначення на її основі групи задач;
- 3) визначення принципів побудови системи задач.

Під системою розуміємо сукупність задач з певними властивостями кожної, що перебувають у заданих різноманітних відношеннях одна з одною і спрямовані на реалізацію цілей навчального процесу. Серед цілей практичних занять з курсу загальної фізики, математичних дисциплін, історії фізики виділимо такі:

- розвиток зв'язків і відношень між предметами вивчення;
- набуття вмінь, що дозволяють використовувати одержані знання в професійній діяльності;
- ознайомлення з методами і засобами фізичної науки в їхньому практичному застосуванні;
- приведення розрізнених знань у певну систему.

Однією з форм реалізації поставлених цілей є розв'язування задач міжпредметного змісту. Задачний (проблемологічний) підхід розглядаємо і як реалізацію МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін. Такий підхід, як дидактична і психолого-педагогічна концепція у навчанні наук розглянуто в працях Г.О.Балла [14], Ю.І.Машбіца [138], І.Я.Лернера [127]. Проблему використання задач міжпредметного змісту на уроках фізики в СЗШ розглядали Ю.І.Дік, Ю.І.Лук'янов, І.К.Туришев [142], Б.Я.Тевлін [191], В.М.Янцен [211], Л.А.Шаповалова [204]. Аналіз публікацій, присвячених проблемі використання задач міжпредметного змісту у вищій школі, дозволяє зробити висновок, що ця проблема, головним чином, ще далека від свого розв'язання.

Використання задач міжпредметного змісту не повинно порушувати систему підбору, методики розв'язування задач, а, навпаки, органічно вписуватись у неї.

Задачі міжпредметного змісту – це задачі, у змісті і в процесі розв'язування яких інтегруються структурні елементи знань із різних навчальних дисциплін [18, с.18].

Розв'язування задач здійснюється за умов високої активності процесів аналізу і синтезу, що сприяє формуванню інтегративного, синтетичного

мислення студентів. Для їхнього розв'язування потрібно встановити зв'язки між елементами знань, що належать до різних предметних систем, здійснити перенесення знань у нову систему зв'язків предмета, що вивчається.

Система задач (блок) з міжпредметним змістом (комплексні задачі) є підсистемою сукупності навчальних задач з певної дисципліни, спрямованих на формування готовності майбутніх учителів фізики до реалізації концепції міжпредметного підходу до навчання.

Для здійснення професійного спрямування навчання під час розгляду комплексних задач реалізовувались зв'язки курсу загальної фізики вищої школи з курсом фізики СЗШ. Для досягнення поставленої мети студенти підбирають комплексні задачі, які можна використати на заняттях із фізики в загальноосвітній школі. Наступність вивчення фізики потрібна для того, щоб майбутній учитель у процесі навчання відчував корисність, соціальну спрямованість своєї майбутньої професійної діяльності. Професійна спрямованість зменшить тривалість адаптації випускників до роботи в школі.

Одним із критеріїв якості теоретичної підготовки вчителя фізики є знання сучасної фізики, які дають змогу доступно і впевнено давати відповіді на питання, що виникають в учнів. Але, як показує практика, оволодіння матеріалом загальної фізики автоматично не забезпечує розуміння шкільного курсу фізики. Для цього потрібна спеціальна робота. Тому необхідно в курсах загальної фізики, електротехніки, радіоелектроніки, історії фізики на лекціях, практичних заняттях передбачати постійне звернення до основних питань змісту шкільного курсу фізики. Реалізацію професійної спрямованості курсів, що вивчаються студентами-фізиками, потрібно розглядати комплексно „як орієнтацію кожної особистісної компоненти, яка визначає якості вчителя спрямовані на виконання фахових функцій, на розвиток мисленнєвої навчально-пізнавальної діяльності” [137, с.35].

Дидактична роль комплексних задач полягає не тільки у здійсненні наступності навчання і реалізації міжпредметних та внутрішньопредметних

зв'язків. На нашу думку, вони виконують низку функцій: розвивальну, інформаційну, гносеологічну, виховну, методологічну, діагностичну та інші.

Розвивальна функція полягає у формуванні самостійної пізнавальної діяльності студентів, яка націлена на те, щоб прищепити студентам, учням смак до творчості. Творча спрямованість особистості є необхідною умовою неперервної самоосвіти. В умовах, що постійно змінюються, найкраще орієнтується, приймає рішення, працює людина творча, гнучка, креативна, здатна до генерування і використання нового (нових ідей, задумів, нових підходів, нових рішень) [167].

Інформаційна функція характерна для задач пізнавальних. Вона полягає в організації навчання через задачу, коли нове знання про предмет чи оволодіння новими мисленнєвими операціями досягається в процесі розв'язування навчально-пізнавальних задач, які задають напрям і визначають якісні характеристики пізнавальної діяльності студентів.

Гносеологічна функція полягає в тому, що система задач може визначити напрям мисленнєвої діяльності, стимулювати пошук і сприяти мотивації навчально-пізнавальної діяльності.

Методологічна функція комплексних задач пов'язана із засвоєнням у процесі їхнього розв'язання методологічних орієнтирів і методів наукового пізнання, а також узагальнених методів розв'язування.

Виховна функція полягає у формуванні діалектико-матеріалістичного світогляду. Оскільки процес розв'язування задачі сприяє єдності теорії і практики, пізнавальної і практичної діяльності, формуванню вмінь комплексного застосування знань.

Діагностична функція дає змогу не тільки виявити вміння комплексно використовувати знання в процесі розв'язування задач міжпредметного змісту, але визначити рівень сформованості цих умінь. Задачі міжпредметного змісту виконують функцію самоконтролю в умовах самостійної роботи.

Названі функції перебувають в діалектичній єдності і взаємозв'язку. Єдність дидактичних функцій пов'язана з діалектичністю явищ і навчально-пізнавального процесу.

Серед можливих блоків міжпредметних задач ми виділили задачі з науково-історичним і політехнічним змістом (задачі, що відображають МПЗ фізики й математики представлені в § 2.2). Задачі першого типу реалізують зв'язки таких дисциплін як загальна фізика, математика, історія фізики, філософія, інші – загальна фізика, математика, електротехніка, радіоелектроніка. У плані професійної підготовки система задач з науково-історичним змістом зорієнтована на формування готовності студентів до реалізації концепції гуманітаризації фізичної освіти. Система задач з політехнічним змістом спрямована на формування готовності студентів до здійснення політехнічного навчання, професійної орієнтації учнів у процесі навчання фізиці та пропедевтичної підготовки до вивчення спеціальних дисциплін.

Основні принципи, що покладені в основу побудови системи задач, можна сформулювати у вигляді таких положень:

1. Кожен із блоків є сукупністю задач, об'єднаних єдиною тематикою і спрямованих на реалізацію тих чи інших функцій у навчанні фізиці.
2. У процесі відбору задач до блоку дотримувалися:
 - принципу доцільності (відповідність поставленій меті, виконання певної функції);
 - принципу зв'язку (історичний і політехнічний матеріал, що використовується в умові задачі, повинен бути органічно пов'язаний з програмою навчального курсу загалом та з темою окремого заняття);
 - принципу доступності (історичний і політехнічний матеріал повинен бути доступний студентам, відповідати рівню їх підготовки);
 - принципу необхідності (історико-наукові та політехнічні відомості повинні бути необхідним компонентом задачної системи як щодо умови, так і щодо вимоги) [161, с.445].

Основним принципом структурування предметної складової умови задачі, якій підпорядковане формулювання вимоги, є принцип предметно-

наукової домінанти, який забезпечує органічний зв'язок системи задач з історико-науковим та політехнічним змістом із середовищем, у ролі якого виступає загальна система навчальних задач із курсу загальної фізики.

Задачі з науково-історичним змістом, які інтегрують знання з курсу загальної фізики, математики, історії фізики, філософії, астрономії, а саме: предметні (фізичні, математичні, астрономічні), історико-наукові та філософські (гносеологічні, методологічні). Як зазначає Л.Я.Зоріна, „у структурі кожної конкретної науки виділяють три галузі знань: власне предметні знання, знання про специфічні методи пізнання, історико-наукові знання”. Приклад розв'язування задач з науково-історичним змістом представлено в роботі [161].

Розв'язування міжпредметних задач передбачає використання форм і методів навчання, адекватних особистісно орієнтованій концепції (проблемне, інформаційне, ігрове, діалогічне, дискусійне, дослідницьке та ін.). Так, у процесі розв'язування задач, зміст яких відображає світоглядні проблеми, а характер вимоги передбачає розв'язання суперечностей, парадоксів, що виникали в історії науки, використовуємо навчальні дискусії, учасники яких висловлюють свої судження з цієї проблеми. Прикладом може слугувати задача про так званий „демон” Максвелла [123, с.45]. Організація дискусії під час розв'язування цієї задачі потребує підготовки студентів, оскільки інформація, що міститься в умові, недостатня для її проведення. У такому випадку студенти отримують завдання для підготовки з вказівкою рекомендованої літератури.

Процес розв'язування задач може бути організований і у формі дидактичної гри, яка також потребує попередньої підготовки її учасників, розподілу ролей. Нами запропонована система задач „Будова атома”, що побудована відповідно до структури (основа → ядро → наслідок → інтерпретація) теорії і представлена в динаміці циклом пізнання:

дослідні факти → гіпотези → теоретичні наслідки → експеримент.

Ця структура дає змогу не тільки узагальнити й систематизувати елементи знань із різних навчальних дисциплін, а й показати їх методологічну значущість. У процесі розв'язування задач студенти пізнають шлях становлення науки, динамічну структуру знання, а саме, і знання про причину розвитку, джерела і критерії їх істинності, об'єктивність. Розв'язування таких задач відбувається у формі гри.

У процесі розв'язування задач з науково-історичним зміст формуються структурні елементи знань, методологічні знання, розвивається продуктивне і творче мислення, формується і розвивається система природничо-наукових знань. Використання задач з науково-історичним змістом підсилює інтерес і розвиває емоційно-ціннісне ставлення до фізичної науки, її історії і методології, до процесу наукового пізнання, формує потребу в набутті нових і поглибленні наявних знань у галузі фізики, історії фізики, філософії, астрономії, математики, методики фізики, тобто є мотиваційним і методологічним компонентом структури підготовки вчителя.

У системі задач політехнічного змісту виділяємо задачі, метою яких є пропедевтична підготовка студентів до вивчення технічних пристроїв. Розв'язування відповідних задач сприяє усвідомленому аналізу процесів, що відбуваються в них.

Наприклад, взаємодія рухомих зарядів з електричним і магнітним полями є основою процесів, що відбуваються в багатьох електронних приладах, тому доцільно розглянути задачу:

Задача. Електрон, що має швидкість v , попадає в однорідні й взаємоперпендикулярні електричне (напруженість E) і магнітне поля (індукція B). Швидкість \vec{v} перпендикулярна до обох полів \vec{E} і \vec{B} . Знайти траєкторію руху електрона.

Розв'язування цієї задачі сприяє вирішенню таких завдань:

- наступність навчання в загальноосвітній і вищій школах;
- використання методу аналогій під час розгляду явищ різної природи (механічних, електричних, магнітних);

- реалізація МПЗ загальної фізики (електрика і магнетизм) радіоелектроніки, математики (криві 2-го порядку).

У процесі розв'язування задач на рух електронів здійснюємо підготовку студентів до розуміння роботи таких електронних приладів, як осцилограф, електронний мікроскоп, мас – спектрограф, різні електронні лампи. Використання законів руху електронів у електричному і магнітному полях дозволило створити потужні і малогабаритні пристрої для генерування, підсилення і перетворення сигналів. Все це сприяло прогресу в розвитку зв'язку, навігації, приладобудування, автоматики, обчислювальної і лазерної техніки. Лазери забезпечили виникнення нової галузі техніки – голографії. Такі задачі дають змогу показати єдність функціональних зв'язків у явищах мікро- і макросвіту, встановити єдність математичного апарату для опису різних за природою явищ, що важливо для формування уявлень про сучасну картину світу.

У процесі розв'язування міжпредметних задач ми звертали увагу на: стимулювання пізнавального інтересу до таких задач; усвідомлення студентами необхідності використання знань із різних дисциплін; синтез окремих умінь у цілісне вміння комплексного застосування знань під час розв'язування міжпредметних задач.

Розв'язування задач міжпредметного змісту не повинно порушувати системи в методиці розв'язування задач, а навпаки – органічно вписуватись в неї.

У процесі розв'язування задач, як показало наше дослідження:

- формуються знання й уявлення про специфіку навчання в умовах особистісно орієнтованої парадигми, про можливість використання історико-наукової і технічної інформації в навчальному процесі з фізики і предметних знань під час вивчення історії фізики, спеціальних дисциплін (теоретичний компонент);

- набувають студенти вмінь формулювати проблему, висловлювати гіпотезу, накреслювати план дій, знаходити розв'язок і здійснювати його перевірку;

- відбувається активізація самостійної пізнавальної діяльності студентів (процесуальний компонент);

- формується самооцінка рівня знань і умінь студентів з фізики, історії фізики, філософії, радіотехніки, електротехніки, математики (оціночний компонент підготовки);

- формується науковий світогляд, який включає не лише систему знань про світ, що оточує людину, але й розуміння того, як вона пізнає його (методологічний компонент);

- реалізується професійний компонент підготовки студентів до здійснення інтеграції знань учнів у напрямку фундаменталізації, гуманізації, гуманітаризації фізичної освіти в профільній школі.

2.4.3. Формування узагальнених знань і вмінь на лабораторних заняттях

Використання лабораторних робіт вимагає від студента творчої ініціативи, самостійності в прийнятті рішення, глибокого усвідомлення навчального матеріалу, інтеграції різнопредметних знань.

Інтеграція знань, що здійснюється під час лабораторного практикуму, відображає природні зв'язки процесів та явищ світу, підвищує науковий рівень навчання, розвиває діалектичне та системне мислення, яке є головним результатом навчальної діяльності. Саме від його сформованості залежить характер знань, набутих у процесі навчання.

Лабораторний практикум – це особливий вид занять, на яких формуються експериментальні вміння, студенти переконуються в правильності засвоєння ними теоретичного матеріалу, усвідомлюють помилковість своїх уявлень і вносять відповідні корективи в свої знання, ознайомлюються із засобами і методами вимірювань та експериментування.

Лабораторні роботи є засобом підготовки майбутнього вчителя до проведення лабораторних занять у школі. Тільки оволодівши знаннями і навичками експериментування вчитель зможе ці якості прищепити своїм учням. Крім того, у процесі виконання лабораторного практикуму формуються такі важливі риси особистості майбутнього вчителя, як спостережливість, охайність, організованість, наполегливість. Лабораторний практикум виводить студентів на рівень, максимально наближений до професійного.

Виходячи з цих завдань, ми спрямовували організацію проведення лабораторних занять на:

- зміцнення зв'язку з теоретичними заняттями і поглиблення наукової й теоретичної основи лабораторних робіт;
- безперервне удосконалення лабораторних занять на рівні сучасних досягнень науки і техніки;
- всебічний розвиток ініціативи й самостійності студентів у процесі виконання лабораторних робіт.

Завдяки лабораторним заняттям, як підтвердили наші спостереження, студенти краще засвоюють програмний матеріал, адже поєднання теорії і практики, що відбувається в лабораторії, не тільки сприяє засвоєнню навчального матеріалу, а й розвиває мислення, формує цілісну систему знань, умінь і навичок.

Лабораторний практикум тісно пов'язаний з лекціями і практичними заняттями. Принципове значення має забезпечення єдності всіх практикумів із різних навчальних дисциплін та окремих робіт за науковим рівнем, методологією, дослідницьким характером, інструментальною базою. Аналіз наукових робіт із проблем лабораторного практикуму [3, 9, 31, 54, 96, 170, 203] та наші дослідження [160] підтверджують, що продуктивність засвоєння знань пропорційна обсягу їхнього практичного застосування і збільшується внаслідок міжпредметного підходу до навчання [105, с.187]. Лабораторні заняття інтегрують теоретико-методологічні знання і практичні вміння студентів

у єдиному процесі діяльності науково-дослідного характеру [203, с.136]. У результаті формується фахівець, який володіє дослідницьким методом у відповідній практичній діяльності.

Аналіз програм, галузевого стандарту вищої освіти зі спеціальності „6.010100 Педагогіка і методика середньої освіти. Фізика” підготовки вчителя фізики дає змогу визначити типи діяльності (емпіричні й теоретичні дослідження фізичних систем) та відповідну їм систему вмінь, якими повинен оволодіти випускник. Виділимо з них уміння, формування яких у майбутнього вчителя фізики здійснюється в процесі виконання лабораторного експерименту з різних навчальних дисциплін. Проблема формування узагальнених умінь в основному розглядалася на рівні СЗШ [195] та професійно-технічних закладів [143]. Психолого-дидактичною основою формування узагальнених умінь є теорія діяльності [125, 169] та вчення про типи орієнтувань [46, 199].

Практика показує, що формування узагальнених умінь – тривалий і складний процес, який потрібно розпочати з першого року навчання студентів у вищому навчальному закладі. У зв’язку з цим викладачі різних дисциплін повинні виробити єдиний підхід до формування узагальнених умінь на заняттях, що, на наш погляд, прискорить процес оволодіння ними і підвищить ступінь усвідомлення дій.

Уміння, яких повинні набути студенти в процесі виконання лабораторних робіт, можна поділити на два рівні: базовий і творчий. Вміння першого рівня забезпечують технічну сторону творчої діяльності.

До них можна віднести такі:

1. Визначати мету роботи.
2. Обґрунтовувати вибір об’єкта і метода, який уможлиблює досягнення мети.
3. Систематизувати результати досліджень і фіксувати висновки після проведення спостережень і експерименту.
4. Проводити вимірювання, одержувати експериментальні залежності між фізичними величинами.

5. Обробляти результати вимірювання з використанням комп'ютера й оцінювати їхню достовірність.

6. Проводити літературний пошук.

7. Дотримуватись правил техніки безпеки.

Базові вміння дозволяють узагальнювати, обробляти і представляти результати досліджень.

Аналіз звітів про виконання студентами лабораторних робіт із дисципліни „Загальна фізика”, „Електротехніка”, „Радіоелектроніка”, „Технічні засоби навчання”, виявив відсутність стійких умінь, що пов'язані з плануванням і організацією досліджень, із систематизацією та вибором форми подання результатів, вимірювальних умінь. Основними причинами цього є:

1. Низький рівень самостійності, який зумовлений виконаннями робіт за інструкціями, що орієнтує студентів тільки на репродуктивну діяльність.

2. Відсутність чітких уявлень про структуру вмінь, що формуються.

3. Акцентування уваги тільки на фізичному змісті роботи.

4. Недостатнє усвідомлення цілей і завдань роботи, а також способів їх досягнення.

5. Недостатнє використання завдань творчого і дослідницького характеру.

6. Відсутність диференціації завдань з урахуванням різного рівня підготовки студентів.

Незважаючи на те, що кількість робіт, які виконують студенти за весь період навчання, значна, автоматичного формування вмінь узагальненого характеру не відбувається. Тому треба проводити цілеспрямоване систематичне навчання в цьому напрямі.

Звичайно, під час проведення лабораторних занять неможливо сформувати в студентів одночасно всі вміння і навички. Але створення міжпредметної програми формування узагальнених навчально-дослідницьких умінь студентів дасть змогу поступово і цілеспрямовано розширювати коло вмінь, що формуються, від семестру до семестру, від дисципліни до дисципліни. При цьому потрібно дотримуватись наступності та єдності вимог

щодо їхнього формування. Структура діяльності студентів під час виконання лабораторних робіт подібна структурі навчального процесу, тобто включає мету, зміст навчання, діяльність викладача і студента. Тому потрібно насамперед розробити з урахуванням мети, відповідний зміст робіт, засоби його реалізації і контроль отриманих результатів. Під час створення системи завдань треба враховувати її відповідність психологічним і дидактичним умовам фундаментальної й професійної підготовки майбутнього вчителя фізики.

Наше дослідження засвідчило, що формування узагальнених умінь у процесі навчання є успішним за умов міжпредметного підходу до проведення лабораторних занять із різних дисциплін. Лабораторні роботи з загальної фізики, методики навчання фізики, електротехніки, радіоелектроніки, ТЗН пропонуємо диференціювати за такими тематичними напрямками: ознайомлювальні, експериментальні, проблемно-наукові, навчально-дослідницькі.

Ознайомлювальні лабораторні роботи з певного курсу передбачають вивчення конструкції вимірювальних приладів, електричних машин, трансформаторів та інших апаратів, вивчення елементної бази електроніки, визначення основних параметрів діодів, транзисторів, тиристорів і роботу з довідковою літературою. Так, ознайомлювальні роботи з розділу “Механіка” (курс „Загальна фізика”) передбачають вивчення ноніусів, вимірювання лінійних і кутових розмірів тіл і точні зважування. Сформовані вміння потрібні для виконання лабораторних робіт із цього розділу фізики та наступних, а також інших дисциплін, тому вони є міжпредметними.

З метою оволодіння вміннями та навичками вимірювання основних характеристик і параметрів радіоелектронних кіл студенти ознайомлюються з приладовою базою практикуму з радіоелектроніки – генератор низької та високої частоти, осцилограф, генератор імпульсів, цифровий вольтметр та ін.

Під час ознайомлення з конструкцією вимірювальних приладів різних видів студент самостійно має визначити можливі несправності в роботі

приладу або розглянути й запропонувати різноманітні методи їхнього усунення. Вивчення конструкції машин постійного і змінного струму трансформаторів (електротехніка), вимірювальних приладів (загальна фізика), а також електронного осцилографа, генератора звукових коливань, генератора стандартних сигналів (радіоелектроніка) передбачає самостійний розгляд їхньої внутрішньої будови. Це, за словами студентів, сприяє більшій впевненості в роботі з цими приладами, а також дає змогу більш свідомо виконувати експериментальні дослідження.

Обов'язковим елементом лабораторних робіт є опрацювання студентами довідкової літератури, розшифровування позначень електронних вимірювальних приладів, маркування електричних машин і апаратів тощо. Завдання такого плану формують уміння користуватися приладами під час проведення досліджень і є першою сходинкою до більш складної експериментальної роботи.

Отже, виконання таких лабораторних робіт спрямоване на формування вмінь аналізувати об'єкт дослідження, працювати з інформацією, проводити вимірювання певної фізичної величини, створює базу для подальшого сприйняття нової інформації.

Експериментальні лабораторні роботи належать до розряду традиційних (їх включено до навчальних програм).

Наприклад, у курсі „Електротехніка” вивчають режими роботи машин постійного і змінного струму (асинхронних чи синхронних), трансформатори, схеми релейно-контакторного керування двигунами тощо. Курс „Радіоелектроніка” передбачає дослідження вольт-амперних характеристик напівпровідникових і електровакуумних приладів, схем підсилення і генерування електричних сигналів, а курс “Загальна фізика” – визначення температурної залежності опору металів, напівпровідників та електролітів, е.р.с. джерела та інші. Виконання цих робіт уможливорює формування вмінь окреслювати мету експерименту, читати і складати схеми установок та

здійснювати вимірювання, обраховувати похибки, аналізувати результати, оформляти звіт про виконану роботу.

Лабораторні роботи цього плану відповідають другому рівню засвоєння навчальної інформації, за класифікацією В.П.Беспалька [21], – той, кого навчають, самостійно відтворює і застосовує інформацію в раніше розглянутих типових ситуаціях. Для деяких студентів виконання таких експериментальних робіт спочатку асоціюється із заповненням відповідних таблиць та побудовою графіків через майже відсутнє вміння аналізувати раніше вивчений матеріал і узгоджувати його з одержаними результатами експериментальних досліджень. Але поступово виконання робіт такого плану в процесі вивчення різних навчальних дисциплін стає більш свідомим.

Щоб сформувати в студентів узагальнені вміння, пропонуємо включати в роботи додаткові завдання. Наприклад, під час виконання робіт усіх модулів певної дисципліни студенти повинні використовувати різні джерела інформації, тому потрібно формувати вміння знаходити, готувати, представляти, перетворювати інформацію. З цією метою студентам пропонуємо завдання міжпредметного характеру.

Наприклад, виконання лабораторних робіт із курсу загальної фізики, електротехніки, радіоелектроніки передбачає графічне представлення результатів дослідження з використанням інструментальної системи GRAN чи Advance Grapher. Це сприяє формуванню вмінь графічного представлення інформації та реалізації МПЗ загальної фізики, електротехніки, радіоелектроніки з інформатикою та математикою.

Для розвитку вміння готувати інформацію з певною метою і критично її сприймати пропонуємо такі завдання: підготувати рекламу технічного пристрою, що відображає його позитивні якості. Таке завдання готує одна бригада. Завдання іншої бригади – підготувати питання, що стосуються негативних характеристик цього пристрою.

Для розвитку вміння критично мислити використовуємо принцип когнітивного дисонансу спрямований на систематичне створення в процесі

навчання ситуації пошуку помилок. Адже критичність мислення є складовою професійної компетентності фахівця. З цією метою під час виконання лабораторних робіт студентам дають завдання: проаналізувати отримані дані, порівняти з табличними відомостями або теоретичними, назвати причини невідповідності результатів, запропонувати способи усунення розходжень. Корисними є також завдання, що передбачають рецензування інструкцій до робіт, запропонованих статей.

З метою цілеспрямованого формування узагальнених умінь аналізу інформації пропонуємо такий план аналізу інформації фізичного змісту.

1. Ознайомитись зі змістом повідомлення.
2. Визначити відповідність назви повідомлення та його основної думки.
3. Виділити елементи фізичної інформації (факти, поняття, закони і т.д.).
4. Визначити, до якого розділу фізики відносять ці елементи.
5. Провести наукову експертизу одержаної даної інформації, тобто порівняти її висвітлення з підручником.
6. Визначити, кому адресована ця інформація і з якою метою.

Для формування вміння кодувати інформацію (перехід від вербального до наочного її подання) пропонуємо завдання у вигляді експериментальних задач.

Наприклад, під час виконання лабораторної роботи “Дослідження послідовного і паралельного з’єднань опорів” пропонуємо таку задачу (курс “Загальна фізика”).

Є панель з трьох ламп, два вимикачі, джерело живлення, з’єднувальні провідники. З’єднайте з цих елементів коло так, щоб при одному положенні вимикачів лампи були ввімкнені паралельно, а при іншому – послідовно. Намалюйте схему і перевірте її в роботі.

А під час виконання лабораторної роботи “Дослідження трифазного асинхронного двигуна” (дисципліна “Електротехніка”) пропонуємо таку задачу.

Визначте початки і кінці фазних обмоток статора трифазного асинхронного двигуна, використовуючи джерело змінного струму, вольтметр

або лампочку та опір для обмеження струму. Накресліть схему дослідження і виконайте роботу експериментально.

У курсі “Радіоелектроніка” під час виконання роботи “Дослідження напівпровідникового діода” пропонуємо студентам таку експериментальну задачу:

Складіть електричне коло і отримайте осцилограму однопівперіодного випрямлення струму. Як зміниться осцилограма зображення, якщо діод підігріти сірником або спиртівкою до температури понад 120°C? Поясніть явище, яке спостерігаєте.

Для розвитку вміння працювати з різними джерелами інформації пропонуємо студентам опрацьовувати інструкції до приладів, складати картотеки використання того чи іншого явища, чи приладу.

Одним із стратегічних завдань розвитку вищої школи та інноваційних технологій навчання є трансформація пізнавальної мотивації в професійну. Поєднання пізнавального інтересу до предмета і професійної мотивації сприяє підвищенню ефективності навчання.

З метою формування вмінь переносити знання з однієї дисципліни в іншу та професійної орієнтації технічних дисциплін радіоелектроніка, електротехніка включаємо в роботи додаткові методичні завдання [160].

Наприклад:

- яке призначення підсилювача на транзисторі в приладах побутової техніки, шкільного кабінету фізики.
- запропонувати і пояснити електричну схему для демонстрації підсилювача на транзисторі.
- запропонувати можливі використання генератора стандартних сигналів у шкільному фізичному експерименті.
- розглянути можливі використання осцилографа під час вивчення електромагнітних коливань (11 клас з поглибленим вивченням фізики).
- розробити рекомендації до роботи лабораторного практикуму „Складання і випробовування генератора прямокутних імпульсів (11 клас з поглибленим вивченням фізики).

- з'ясуйте, у яких темах курсу фізики СЗШ і яким чином можна використати відомості з певної роботи для здійснення політехнічного навчання учнів.

- підберіть найбільш прості схеми радіоприймача прямого підсилення для виготовлення в шкільному радіогуртку.

За допомогою таких завдань встановлюємо перспективні інформаційно-змістові зв'язки спеціальних дисциплін із методикою навчання фізики. Виконання самостійних завдань міжпредметного змісту сприяє організації пізнавальної діяльності студентів і формує їхню готовність до керівництва пізнавальною діяльністю учнів.

Проблемно-пошукові лабораторні роботи. Виконання робіт тільки репродуктивного характеру не сприяє формуванню теоретичного стилю мислення студентів, розвитку їхніх творчих здібностей. Кожне виконане завдання повинно використовуватися викладачем як сходинка для розкриття перспектив формування нових мотивів діяльності перед тим, кого навчають. Формування узагальнених умінь здійснюється найбільш ефективно в проблемних ситуаціях, які стимулюють студентів, учнів до активного вибору і творчих пошуків нових способів отримання знань. З цією метою виконуємо проблемно-пошукові лабораторні роботи, які (як один з можливих варіантів) дають змогу навчити майбутнього вчителя методиці діагностики устаткування – сучасної побутової, шкільної електро- і радіотехніки. У процесі виконання таких робіт ставиться мета не перетворити вчителя в електромайстра чи наладчика електричних і електронних схем, а розвинути пізнавальні, творчі здібності студента, його мислення. А це і є одним із пріоритетних завдань професійної підготовки вчителя.

Виконання лабораторних робіт із згаданих вище курсів (загальна фізика, радіоелектроніка, електротехніка, методика викладання фізики) не передбачає розв'язування студентом проблем, які пов'язані з відмовою роботи електричних схем чи окремих її частин. Традиційно студенту пропонуються для вивчення справна схема, прилад чи апарат. Тому ситуація непередбаченої відмови

викликає в того, хто навчається, масу запитань, відповіді на які він не в змозі знайти через відсутність певних умінь і навичок.

Звичайно, в межах однієї дисципліни важко навчити студента методам діагностики, але, як показують дослідження, вміння, що систематично формуються в процесі виконання лабораторних робіт на заняттях з фізики, радіоелектроніки, електротехніки, основ охорони праці, технічних засобів навчання, набувають узагальненого характеру і стають корисними в процесі роботи з учнями в школі, в обладнанні й обслуговуванні кабінету фізики, в побуті.

Роботи навчально-дослідницького характеру. Для формування вмінь самостійно виконувати роботу з тієї чи іншої тематики пропонуємо роботи навчально-дослідницького характеру, в основі яких лежить дослідницький метод. Сутність цього методу зумовлена його функціями, а саме: він забезпечує творче засвоєння знань, тобто навчає студентів застосовувати відомі знання для розв'язування проблемних задач і добувати нові знання; формує риси творчої діяльності; забезпечує оволодіння методами наукового пізнання в процесі діяльності. І, нарешті, він є умовою формування інтересу, потреби в самостійній творчій діяльності, самоконтролю (рефлексії). Творчий процес включає в себе логічну інтуїтивну та евристичну діяльність. У логічній діяльності першочергове завдання має багаж наукових знань, в інтуїтивній – асоціації, в евристичній – практичний досвід. Роботи навчально-дослідницького характеру з різних навчальних дисциплін є одним із елементів цілісної системи навчально-дослідницької роботи студентів, що об'єднані спільною метою – професійна підготовка майбутнього вчителя фізики. Навчально-дослідницькі роботи повинні сприяти формуванню в студентів цілого комплексу навчально-дослідницьких умінь, у тому числі операційних, організаційних, практичних, комунікативних [109, с.62], що, у свою чергу, зумовлює їхню структуру: вона повинна бути наближена до структури наукового дослідження, яке передбачає проходження всіх чи більшості його етапів. За методикою, запропонованою І.Я.Лернером, етапами дослідження є:

1. Спостереження і вивчення фактів і явищ.

2. Постановка проблеми.
3. Формування гіпотези.
4. Складання плану дослідження.
5. Виконання плану дослідження та перевірка розв'язку проблеми.
6. Формулювання розв'язку, пояснення.
7. Перевірка розв'язку і його пояснення.
8. Практичні висновки про можливості застосування отриманих знань.

Приклади лабораторної роботи навчально-дослідницького характеру з курсу загальної фізики “Дослідження світіння лампи розжарення”, з курсу “Радіоелектроніка” – “Дослідження попереднього каскаду підсилювача на електронній лампі”, з курсу електротехніки „Дослідження будови і режимів роботи однофазного трансформатора”, „Дослідження з'єднань зіркою в трифазних колах струму”, „Дослідження з'єднань трикутником в трифазних колах змінного струму”.

Навчально-дослідницький експеримент потребує від студента усвідомлення структури своєї діяльності на підготовчому (I), основному (II), заключному (III) етапах. Підготовка і планування експерименту в умовах повної самостійності або консультативної підтримки викладача стимулює розвиток у студента самостійності і відповідальності за свою пізнавальну діяльність. Узагальнюючи різні погляди на структуру діяльності (П.Я. Гальперін [44], Г.С. Костюк [114], О.М. Леонтьєв [126], С.Л.Рубінштейн [169] та ін.), ми знайомимо студентів з визначеними нами елементами цієї структури. У процесі підготовки до лабораторної роботи студент самостійно виконує такі завдання:

1. Аналіз об'єкта дослідження (явище, схема, пристрій).
2. Формулювання завдання експерименту.
3. Формулювання і теоретичне обґрунтування гіпотези, що відповідає завданню експеримента.
4. Визначення умов експерименту з метою перевірки висунутої гіпотези.
5. Складання плану проведення експерименту.

Для виконання 1-го завдання студентам пропонується схема аналізу об'єкта дослідження. Наприклад, для радіоелектронного пристрою ми використовуємо таку послідовність аналізу технічного об'єкта:

1. Класифікуйте схему пристрою: за призначенням (підсилення, генерація і т.д.); за структурою (однокаскадні, багатокаскадні); за елементною базою (вакуумні чи напівпровідникові, інтегральні і т.д.); за характером навантаження; за схемою ввімкнення електронного приладу.

2. Назвіть основні фізичні явища, процеси, які використовуються в роботі цього пристрою.

3. Назвіть технічні характеристики і параметри пристрою, а також фізичні явища, що визначають їх.

4. Вкажіть галузь можливого застосування пристрою: у приладах побутового призначення; у каналах зв'язку і керування; у вимірювальних приладах шкільного кабінету фізики; у демонстраційних і лабораторних установках для шкільного фізичного експерименту; у роботі гуртка технічної творчості.

Друге завдання експерименту передбачає визначення параметрів, що будуть досліджуватись. Об'єкт дослідження і завдання експерименту визначають гіпотезу дослідження (3-є завдання). Від правильності висунутої гіпотези, від ступеня її теоретичного обґрунтування залежить експериментальний етап і його результати. На етапі формулювання гіпотези доцільно застосувати метод теоретичного моделювання фізичних процесів. Так, під час роботи активних чотириполюсників (підсилювачів, генераторів, модуляторів, детекторів) форму амплітудно-частотної характеристики можна прогнозувати на основі аналізу впливу частотно-залежних пасивних елементів на його параметри.

На цьому етапі студенти використовують знання основ програмування і за допомогою чисельних і наочних моделей, що створюють на комп'ютері, проводять дослідження. Вибір методу дослідження і відповідних умов

проведення експерименту визначає зміст наступного підготовчого 4-го етапу діяльності, який передбачає таку послідовність:

- а) скласти структурну схему установки для дослідження характеристик і визначення параметрів досліджуваного пристрою;
- б) вказати частотний діапазон, амплітуди вхідного сигналу і значення напруг живлення для дослідження цього пристрою;
- в) визначити перелік вимірювальних приладів (тип, клас точності) для кожної з структурних схем дослідження.

Для проведення експерименту треба ознайомитись із технічними характеристиками обладнання, що буде використовуватись.

Складання плану проведення експерименту (5-е завдання) здійснюється на основі висунутої гіпотези. Залежно від вимірювальних параметрів вибирають границі вимірювань. Наприклад, напівпровідникові прилади мають допустимі значення струмів, напруг, потужності, що наведені у довідниках. Перевищення цих значень може призвести до незворотніх змін у кристалі напівпровідника. Усі завдання підготовчого етапу виконуються в процесі підготовки до лабораторної роботи і оформлюються у вигляді попереднього звіту. Контрольні запитання до виокремленого етапу потребують відповіді, що відображають знання про: об'єкт дослідження; теоретичні основи роботи; методи експериментальних досліджень; прийоми діяльності під час постановки експерименту.

Основний етап діяльності передбачає проведення експерименту відповідно до складеного плану: вибір приладів; складання установки для дослідження об'єкта; підготовка приладів до роботи; визначення способів кодування отриманих експериментальних даних; зняття експериментальних даних; оцінка отриманих результатів експерименту і визначення їхньої відповідності висунутій гіпотезі; повторення експерименту при необхідності; відключення приладів і роз'єднання установки.

Заключний етап діяльності передбачає виконання таких завдань: обробка одержаних результатів аналітично і графічно та формування висновків про відповідність отриманих результатів експерименту висунутій гіпотезі.

Формулювання висновків потребує:

- оцінки достовірності експерименту;
- кількісної оцінки відповідності отриманих результатів експерименту висунутій гіпотезі (якщо є невідповідність, її треба обґрунтувати, вказавши причини);
- висновків про можливість використання досліджуваного пристрою в шкільному фізичному експерименті чи в позакласній роботі з фізики;
- висновки про можливі застосування використаного методу дослідження під час демонстрації фізичних явищ у шкільному курсі фізики.

Студент порівнює: одержані результати з відомими в науці, техніці; використану систему методів дослідження з системою методів інших авторів. Тоді в його свідомості формується система знань про методологію як вчення, про науковий метод пізнання, який виступає як сукупність наукових методів, як вчення про структуру, логічну організацію і засоби дослідницької діяльності. У такій діяльності формується система знань про принципи, методи, засоби, що підпорядковані меті дослідження, перетворення навколишнього світу. Усі завдання повинні бути висвітлені у звіті до лабораторної роботи.

Після засвоєння методів дослідження пристроїв і структури діяльності перед студентами ставиться експериментальне завдання, що потребує самостійної побудови структури своєї діяльності в процесі більш складного експерименту.

Завершальним етапом виконання лабораторної роботи є оцінка результату діяльності студента. Оцінювання відбувається паралельно викладачем і студентом. Оцінки, як правило, не збігаються, оскільки здійснюються на основі різних критеріїв. Студент, що отримав оцінку викладача, порівнює її якість з самооцінкою та виносить своє судження. У цьому процесі студент набуває вміння аналізувати й оцінювати результати своєї праці, зіставляти свої судження з думкою інших.

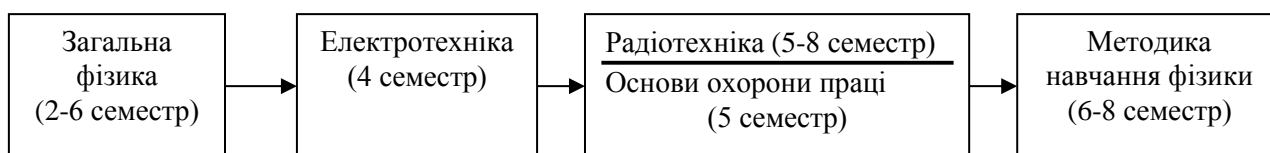
Захист звіту про виконану роботу відбувається публічно, у ньому беруть участь усі члени бригади, тому оціночні характеристики кожного студента порівнюються з оцінками інших студентів. Це є потужним стимулом активізації

пізнавальної діяльності, сприяє встановленню довіри і співпраці студентів і викладачів. Визначення учасниками цього процесу єдиних критеріїв оцінювання результатів ліквідує розходження між самооцінкою і оцінкою викладача. Оцінка результатів виконання дослідження є внутрішнім мотивом до самоствердження студента. Поза діяльністю не існує способів навчання, розвитку, виховання, тому в процесі визначення структури діяльності ми використовували методологію особистісно орієнтованого, діяльнісного підходу, який найбільш оптимально реалізується на практиці в навчально-дослідницькій роботі. У цій формі діяльності реалізуються не тільки закони діалектики, але й педагогіки, що дає змогу керувати процесом формування узагальнених умінь як елемента політехнічної підготовки майбутнього вчителя фізики. Впровадження дослідницького метода сприяє ліквідації системи заучування навчального матеріалу і формуванню готовності до самостійної розумової діяльності.

Введення елементів науково-дослідної роботи в лабораторні практикуми сприяє вирішенню завдань підготовки фахівців, які володіють дослідницькими вміннями, здатні творчо мислити, а отже, на достатньо професійному рівні працювати в національній школі майбутнього [175, с.67].

Організація і методика проведення лабораторних занять у педагогічному університеті, загальноосвітній школі, професійно-технічному навчальному закладі передбачає обов'язкове знайомство студентів, учнів з правилами техніки безпеки і суворе їх дотримання. З цією метою, зазвичай, проводяться бесіди з правил техніки безпеки, які зводяться до декларативного їх викладання. На нашу думку, такі заняття принесуть більшу користь тоді, коли студент буде не тільки запам'ятовувати положення інструкцій і відтворювати їх, а замислюватись над питанням – чому треба робити так, а не інакше, спираючись на знання законів, явищ, процесів, відомих з інших природничих наук.

Хронологічна послідовність вивчення правил техніки безпеки в педагогічному навчальному закладі така:



Тобто часові міжпредметні зв'язки між названими дисциплінами є попередні, супутні і наступні. Міжпредметний підхід викладачів до розгляду питань техніки безпеки сприятиме подоланню розрізненості знань, забезпечить необхідні умови систематизації знань, єдність теоретичної та практичної діяльності, яка повинна бути відображена в технології навчання.

З метою усунення формалізму знань, формування потреби і вмінь використовувати їх у майбутньому навчанні, житті пропонуємо розгляд правил проводити в процесі розв'язування нескладних експериментальних завдань.

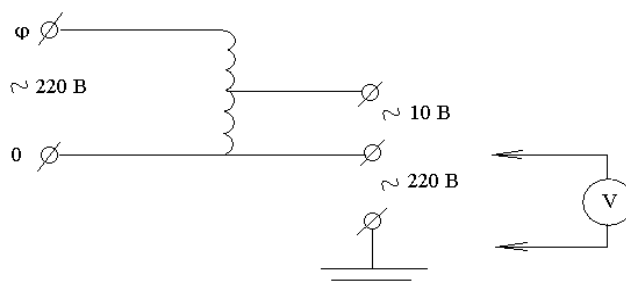
Приклад 1. Під час роботи зі скляними приладами необхідно: отвір пробірки або шийку колби у процесі нагрівання в них рідин спрямувати в бік від себе й учнів та використати захисний екран.

Для усвідомлення необхідності додержання даного пункту правил пропонуємо виконати такий експеримент. У скляну пробірку налити суміш мінеральної (рослинної) олії і води та підігрівати її. При закипанні води спостерігається розбризкування краплин суміші на значну відстань. Результат експерименту дає змогу студенту (учню) наочно впевнитись у необхідності дотримання даного пункту чи самостійно сформулювати відповідне положення правил техніки безпеки.

Приклад 2. Складати (проводити монтаж) електричні схеми і вносити в них зміни можна лише за умови від'єднання схеми від джерела напруги.

Необхідність дотримання цього пункту правил обґрунтовуємо такою проблемною демонстрацією.

Увімкнемо регулятор напруги шкільний (РНШ) до мережі 220 В. Регулятор напруги виставимо в положення, що відповідає напрузі 10 В, яка є безпечною для людини. Ставимо запитання: Чи можна робити зміни в електричному колі, якщо не вимкнути РНШ із мережі?



Використовуємо контур заземлення і вимірюємо вольтметром напругу між клемми РНШ і контуром заземлення. Отримуємо відповідно напруги 220 В і 210 В, які небезпечні для життя людини. Звичайно, при іншій напрузі (відмінній від 220 В) в електромережі ці напруги будуть також дещо іншими.

Обговорення результатів експерименту дозволяє усвідомити дане правило електробезпеки.

На заняттях з “Основ охорони праці” студенти раніше ознайомлені з питаннями дії електричного струму на організм людини, чинниками, що впливають на наслідки ураження електричним струмом, електрозахисними засобами тощо. Для практичного закріплення теоретичного матеріалу пропонуємо студентам пояснити:

1. Чому в побуті не рекомендується використовувати саморобні запобіжники, саморобні кип’ятильники?
2. Чому запобіжники виготовляють зі свинцю, а не з міді чи олова?

Розгляд питань техніки безпеки не повинен обмежуватись тільки лабораторними заняттями з фізики. Ця робота повинна проводитись на всіх видах занять, і форма її бути різноманітною: бесіда, демонстрації, задачі.

Результати дослідження доводять, що міжпредметний підхід до проведення лабораторних занять забезпечує неперервність і наступність у формуванні узагальнених умінь, реалізує принципи зв’язку теорії з практикою, підвищує рівень мотивації до вивчення таких дисциплін, як загальна фізика, електротехніка, радіоелектроніка. Водночас це сприяє підготовці студентів до майбутньої науково-дослідної і професійної діяльності.

2.5. Підготовка майбутнього вчителя фізики до реалізації міжпредметних зв'язків у СЗШ

У процесі дослідження на етапі констатуючого експерименту нами було виявлено, що процес підготовки майбутніх учителів фізики в педагогічному університеті не має цілеспрямованого характеру, не здійснюється в загальній системі підготовки до навчально-виховної роботи в школі.

На сьогодні поки що немає науково розробленого змісту вимог до діяльності вчителя фізики з реалізації МПЗ у процесі навчання, які б допомогли розробити плани і програму підготовки вчителя до даної діяльності, створити систему послідовного і цілеспрямованого формування педагогічних знань і вмінь із даної проблеми.

Підготовка майбутніх учителів фізики до здійснення міжпредметної діяльності повинна відбуватися в інтегративно-цілісному освітньому просторі педагогічного вищого навчального закладу в процесі засвоєння ними змісту освіти всіх навчальних дисциплін. Вона націлена на мотивацію пізнавальної діяльності студентів, на формування потреби в самоосвіті, самореалізації. Така підготовка може бути реалізована тільки в процесі освітніх взаємодій усіх викладачів.

Джерелами визначення цілей і завдань підготовки майбутніх учителів фізики до діяльності з реалізації МПЗ в процесі навчання учнів є:

1. Соціальне замовлення на випускника СЗШ, у якого, згідно з концепцією освітньої галузі „Природознавство” [58], повинна бути сформована наукова картина світу, системне бачення навколишнього світу, діалектичний спосіб мислення.

2. Нормативно-методичні документи щодо підготовки вчителя фізики, домінантою якої є підготовка до здійснення міждисциплінарних зв'язків.

3. Досягнення педагогічної і методичної науки з проблеми МПЗ.

Діяльність учителів із реалізації МПЗ будемо розглядати як діяльність, що спрямована на усвідомлення і розв'язання проблем формування в учнів природничо-наукового світогляду, системи міжпредметних знань і вмінь

комплексно застосовувати їх в процесі вирішення певних проблем, розвитку наукового кругозору і пізнавального інтересу.

Визначимо основні типи і види діяльності, які повинні здійснювати майбутні вчителі у професійній роботі, а також знання та вміння, необхідні для здійснення МПЗ. Основні типи і види діяльності представлені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9

Основні типи і види діяльності вчителя фізики з реалізації МПЗ у процесі навчання учнів

Тип діяльності	Вид діяльності	Зміст діяльності
Викладання фізики	Планування системи навчальних занять	- хронологічне узгодження вивчення окремих тем суміжних дисциплін; - розробка схем курсового, тематичного, поурочного планування МПЗ.
	Добір навчального матеріалу при підготовці до занять	- встановлення внутрішньопредметних зв'язків; - встановлення МПЗ; - встановлення хронологічних, змістовно-інформаційних зв'язків.
	Проведення навчальних занять	- розробка поурочних планів міжпредметних, інтегрованих уроків, комплексних семінарів, міжпредметних конференцій і т.д.; - вибір методів та прийомів реалізації МПЗ; - здійснення наступності у формуванні понять, законів, теорій, що використовують у процесі вивчення різних дисциплін; - здійснення єдності в інтерпретації понять, законів, теорій міжпредметного характеру, єдність вимог щодо їхнього засвоєння; - встановлення загальних підходів до формування узагальнених умінь та навичок, наступність у їхньому розвитку; - показ загальних методів пізнання, що використовуються різними дисциплінами; - розкриття взаємозв'язку явищ різної природи, що вивчаються різними дисциплінами; - використання системи міжпредметних вправ та задач.

Дидактичними умовами підготовки вчителя фізики до діяльності з реалізації МПЗ в школі є:

- підвищення мотивації студентів до оволодіння основами МПЗ;
- розвиток інтегративного мислення, потрібного для встановлення МПЗ, і на їхній основі здійснення інтеграції, синтезу знань;
- активна участь студентів у роботі семінару, у рамках якого здійснюється підготовка до діяльності з реалізації МПЗ, до написання курсових і дипломних робіт.

Ефективність підготовки залежить від таких чинників:

- організації самостійної роботи в напрямі оволодіння теоретичними знаннями і методичними вміннями з проблеми МПЗ;
- використання евристичних і проблемних методів навчання майбутніх учителів фізики;
- поєднання навчально-пізнавальної, навчально-практичної і самостійної діяльності студентів у процесі підготовки;
- використання різних форм організації навчальних занять;
- здійснення науково-дослідної роботи студентами з проблеми МПЗ.

Ці умови відповідають цілям підготовки вчителя, яка виражається в готовності його до реалізації МПЗ у навчально-виховному процесі загальноосвітніх закладів освіти.

Досягнення педагогічної науки на сучасному етапі дають підстави зробити висновок, що реалізація МПЗ у вищому педагогічному закладі, загальноосвітніх середніх закладах освіти є ефективним способом формування діалектичного світогляду, засобом формування таких прийомів розумової діяльності, як аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, умовою формування узагальнених знань і вмінь, політехнічної спрямованості, професійної орієнтації... [212, с.64]. Проте чинні програми підготовки майбутнього вчителя фізики недостатньою мірою враховують питання методики здійснення МПЗ в загальноосвітніх середніх навчальних закладах. Тільки на заняттях з методики навчання фізики коротко розглядаються загальні питання з проблеми МПЗ та констатується вимога здійснювати МПЗ у процесі викладання фізики. Звичайно, така теоретична підготовка з методики реалізації МПЗ (за обсягом і змістом) не спроможна забезпечити професійний рівень підготовки майбутнього вчителя фізики з цієї проблеми. Врахувавши усі обставини, ми здійснюємо підготовку студентів до реалізації МПЗ в майбутній роботі під час проведення занять спецсемінару, у процесі педагогічної практики. Методика підготовки майбутнього вчителя до реалізації МПЗ у СЗШ здійснювалася нами в умовах розвивального, особистісно орієнтованого навчання. Щоб створити таке навчання, як показала практика, необхідно: змінити позицію викладача;

створити атмосферу „свободи учіння”; використовувати методи, що стимулюють активність студента і його розвиток. Позиція викладача – це позиція вчителя, який здатний створити учням умови для самостійної творчої діяльності. Основним професійним компонентом особистісно орієнтованої освіти є навчальна проблемна ситуація, що активізує всі форми активності особистості, її функції і конструється на основі таких форм організації і методів навчання, як діалог і гра. Проблему МПЗ не може розв’язати тільки вчитель, вона потребує колективної співпраці вчителів. Тому важливо використовувати колективні форми організації занять для формування комунікативних умінь у майбутніх учителів фізики. У програмі семінару ми намагалися розглянути всі компоненти проблеми МПЗ, які сприяють формуванню цілісної системи знань про МПЗ та розвитку вміння використовувати їх у практиці викладання фізики. На заняттях розглядаються такі основні питання:

- теоретико-методологічні основи МПЗ;
- взаємозв’язок курсу фізики з курсами математики, дисциплінами гуманітарного циклу;
- методико-дидактичні аспекти МПЗ;
- формування узагальнених навчально-пізнавальних умінь у процесі вивчення дисциплін природничо-наукового циклу;
- розв’язування задач з міжпредметним змістом як засіб реалізації МПЗ у навчанні;
- аналіз програми фізики, математики з метою виявлення можливості здійснення МПЗ у процесі вивчення дисциплін природничо-наукового циклу.

Мета цих занять – формування в майбутніх учителів умінь: аналізувати програми суміжних дисциплін; виділяти основні структурні елементи знань, вивчення яких можливе на основі МПЗ; координувати навчальний матеріал так, щоб була забезпечена наступність, узгодженість у вивченні аналогічних питань; уникати дублювання; розробляти тематичний план з урахуванням використання МПЗ.

Підготовчий етап проведення семінару передбачає ознайомлення студентів з літературою та підготовку виступу, наприклад, з таких питань:

1. Структура і зміст програм з фізики, математики, хімії.
2. Основні структурні елементи наукових знань.
3. Основні загальнонаукові поняття, що вивчаються на основі МПЗ.
4. Фундаментальні закони і теорії, що вивчаються на основі МПЗ.
5. Основні напрями діяльності вчителя фізики в процесі реалізації МПЗ.
6. Види планування, основні вимоги до розробки тематичного планування з урахуванням МПЗ.

I-й етап. Обговорення основних питань заняття.

Під час обговорення питань семінару використовуємо індивідуальну й колективну форми роботи студентів у мікрогрупах. Спочатку відбувається обмін думками з основних питань теми заняття.

II-й етап. Індивідуальна робота в мікрогрупах.

Студентам пропонується вибрати розділ шкільного курсу фізики, виділити факти, поняття, закони, які можуть формуватися і вивчатися на основі МПЗ. Визначити вміння й навички, потрібні учням для вивчення навчального матеріалу на основі МПЗ. Запропонувати методи, прийоми, форми навчальних занять, які необхідні для побудови навчального процесу на міжпредметній основі. Визначити види МПЗ, що використовуються під час вивчення цієї теми. Підібрати засоби наочності, які допомагають реалізувати МПЗ. Визначити способи реалізації МПЗ.

III-й етап. Колективна робота.

Кожна група студентів представляє свій варіант роботи, проводиться його обговорення й аналіз, вибирається кращий варіант. Висловлюються рекомендації щодо удосконалення репрезентованої роботи.

IV-й етап. Підведення підсумків.

Приклад заняття семінару, проведеного у формі ділової гри, представлений у додатку М.

У процесі гри студенти вчаться працювати в команді, обґрунтовано розподіляти ролі, формулювати завдання, контролювати їхнє виконання, аналізувати сумісну роботу, самостійно розв'язувати проблеми, що поставлені перед ними.

Методична система підготовки майбутніх учителів фізики до діяльності з реалізації МПЗ в СЗШ передбачає проходження студентом таких етапів: діагностичний, адаптаційний, рольовий і рефлексивний. Діагностичний етап передбачає виявлення рівня обізнаності студентів з проблеми МПЗ. Адаптаційний етап – це спеціально організоване міжособистісне спілкування студентів з визначеної проблеми, у процесі якого студенти не тільки засвоюють нові знання, а й реалізують свій особистісний потенціал через спілкування. Рольовий етап – робота в мікрогрупах, команді, участь у ділових іграх, дискусіях. Рефлексивний – самооцінка рівня теоретичних знань з проблеми МПЗ та практичне оволодіння ними.

Підготовка майбутніх учителів фізики до реалізації МПЗ повинна здійснюватися в умовах тісного зв'язку навчального процесу у вищому навчальному закладі зі шкільною практикою. Під час педагогічної практики студенти, які одержали підготовку на заняттях семінару, вже в реальних умовах реалізують свої проекти МПЗ фізики з іншими навчальними дисциплінами. Усі студенти в процесі проходження педагогічної практики отримують завдання, що пов'язані з міжпредметним підходом до вивчення фізики. Наприклад,

1. Проаналізуйте відвіданий урок з позиції реалізації МПЗ. Визначте типи і види міжпредметних зв'язків, що використовувались на уроці.
2. Проаналізуйте зміст програми фізики з конкретної теми та виділіть теми з математики, необхідні для успішного її засвоєння.
3. Розробіть план-конспект уроку міжпредметного змісту.
4. Розробіть комплексні завдання для учнів міжпредметного змісту.
5. Складіть тематичний план реалізації МПЗ з конкретної навчальної теми.

Ці завдання включені в розроблені нами методичні рекомендації до педагогічної практики [79].

Проблема МПЗ отримує нове розв'язання в умовах профільного навчання, адже зв'язки фізики з профільними дисциплінами можуть зреалізовуватись на більш високих рівнях та в інших формах. Підготовка студентів до здійснення МПЗ у профільній школі передбачає визначення:

- базових знань, необхідних учням із урахуванням профіля навчання;
- знань, що використовуються в інших дисциплінах;
- обсягу і глибини інформації для цього профілю та її практичне значення.

Так, викладання фізики в класах фізико-математичного профілю потребує відповідного математичного забезпечення, а саме: використання диференціального, інтегрального числення під час формування понять швидкості, прискорення, сили струму, роботи та ін.

У класах біолого-хімічного профілю потрібно вводити в програму і зміст матеріал біофізичного та фізико-хімічного характеру. Наприклад, під час вивчення гідродинаміки варто розглянути потік крові в кровоносній системі, кров'яний тиск; під час вивчення звукових коливань – роль ультразвуку в житті тварин, використання ультразвуку в біологічних дослідженнях.

У класах гуманітарного профілю на перший план виступають МПЗ фізики з історією, літературою, суспільствознавством, тому одним з основних завдань викладання фізики в таких класах є формування екологічної культури учнів, висвітлення ролі фізики в розвитку суспільства, науково-технічному прогресі.

У класах технічного профіля потрібно звертати увагу на прикладне значення фізики. Наприклад, вивчаючи газові закони розглядати дугове зварювання, електроерозійний метод обробки деталей, електрофільтри.

Нами підібрані задачі міжпредметного змісту з урахуванням профіля навчання, які використовували студенти під час педагогічної практики та вчителі фізики.

Наступний етап підготовки майбутнього вчителя фізики пов'язаний з написанням курсових, дипломних, магістерських робіт. У Вінницькому державному педагогічному університеті в Інституті перспективних технологій, економіки та фундаментальних наук упродовж останніх років під керівництвом дисертанта підготовлені й успішно захищені курсові, дипломні роботи з проблеми МПЗ. Основні міркування, твердження та висновки, які представлені в другому розділі, опубліковані дисертантом у працях [159 – 166].

Висновки

1. Розглядаємо МПЗ у ВНЗ як умову системної організації освітнього процесу та засвоєння студентом цілісної системи змісту освіти; процес формування особистості фахівця й відзначаємо їхню вагомість у підготовці вчителя фізики.

2. Аналіз освітньо-кваліфікаційної характеристики „бакалавр фізики, вчитель фізики СЗШ другого ступеня” дав основу для визначення структурних компонентів його підготовки в цільовому, змістовому, процесуальному і результативно-прогностичному аспектах та побудови моделі МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін.

3. Дидактичний матеріал, що використовується в процесі реалізації МПЗ, містить такі компоненти: ігрові технології, задачі діалогового характеру, комплексні завдання, міжпредметні завдання дослідницького характеру. Основним елементом дидактичного матеріалу виступає комплекс задач міжпредметного змісту, які виконують розвивальну, інформаційну, гносеологічну, методологічну, виховну функції.

4. Важливою умовою підвищення рівня фундаментальної і професійної підготовки майбутнього вчителя фізики до реалізації МПЗ у СЗШ є організація відповідної діяльності в змістовому і процесуальному аспектах ВНЗ. Для цього потрібно створити педагогічні умови вивчення природничо-математичних і спеціальних дисциплін, за яких можливе самостійне виявлення студентом об'єктивних зв'язків і відношень між елементами змісту освіти на методологічному, теоретичному і практичному рівнях.

Усвідомлення цих зв'язків орієнтує студентів на застосування результатів своєї пізнавальної діяльності в процесі навчання, виховання і розвитку учнів в умовах педагогічної інтеграції.

5. Змістові і процесуальні зв'язки в процесі вивчення природничо-математичних і спеціальних дисциплін повинні встановлюватись у всіх формах організації пізнавальної діяльності студентів.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

3.1. Організація і методика проведення педагогічного експерименту

Досвід організації і методики проведення педагогічного експерименту відображено в працях Ю.К.Бабанського [13], І.Я.Лернера [128], М.М.Скаткіна [180], А.В.Усової [195]. В процесі розробки методики педагогічного експерименту ми керувались психолого-педагогічними, методологічними і методичними наробками в галузі педагогічних досліджень [40, 56, 94, 122]. Ідеї цих робіт є теоретичною основою організації педагогічного експерименту і вибору методів обробки його результатів.

Для дослідження ефективності МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у процесі підготовки майбутнього вчителя фізики, що орієнтовані на реалізацію основних напрямів розвитку педагогічної освіти і перевірки висунутої нами гіпотези, був проведений педагогічний експеримент, що тривав з 1999 по 2005 рік. Етапи і структура педагогічного експерименту представлені на рис. 3.1, 3.2. Для оцінювання ефективності впровадження МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у навчальний процес було створено комісію з 12 експертів.

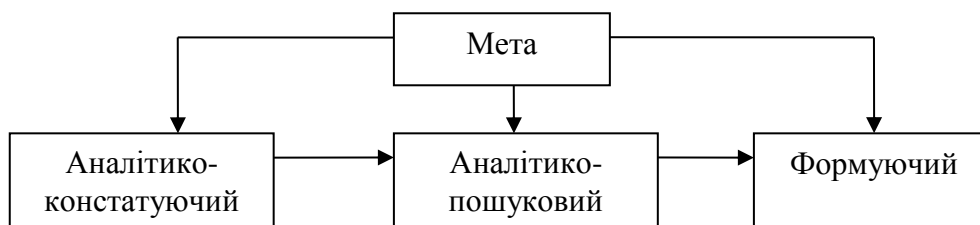


Рис.3.1. Етапи педагогічного експерименту

На першому етапі проводився педагогічний експеримент в ПІТЕФН Вінницького державного педагогічного університету та Інституті післядипломної освіти м. Вінниці. Основним завданням першого етапу було

дослідження стану використання МПЗ у викладанні природничо-математичних дисциплін педагогічного ВНЗ та СЗШ та підготовки вчителя фізики до такого виду діяльності в школі.

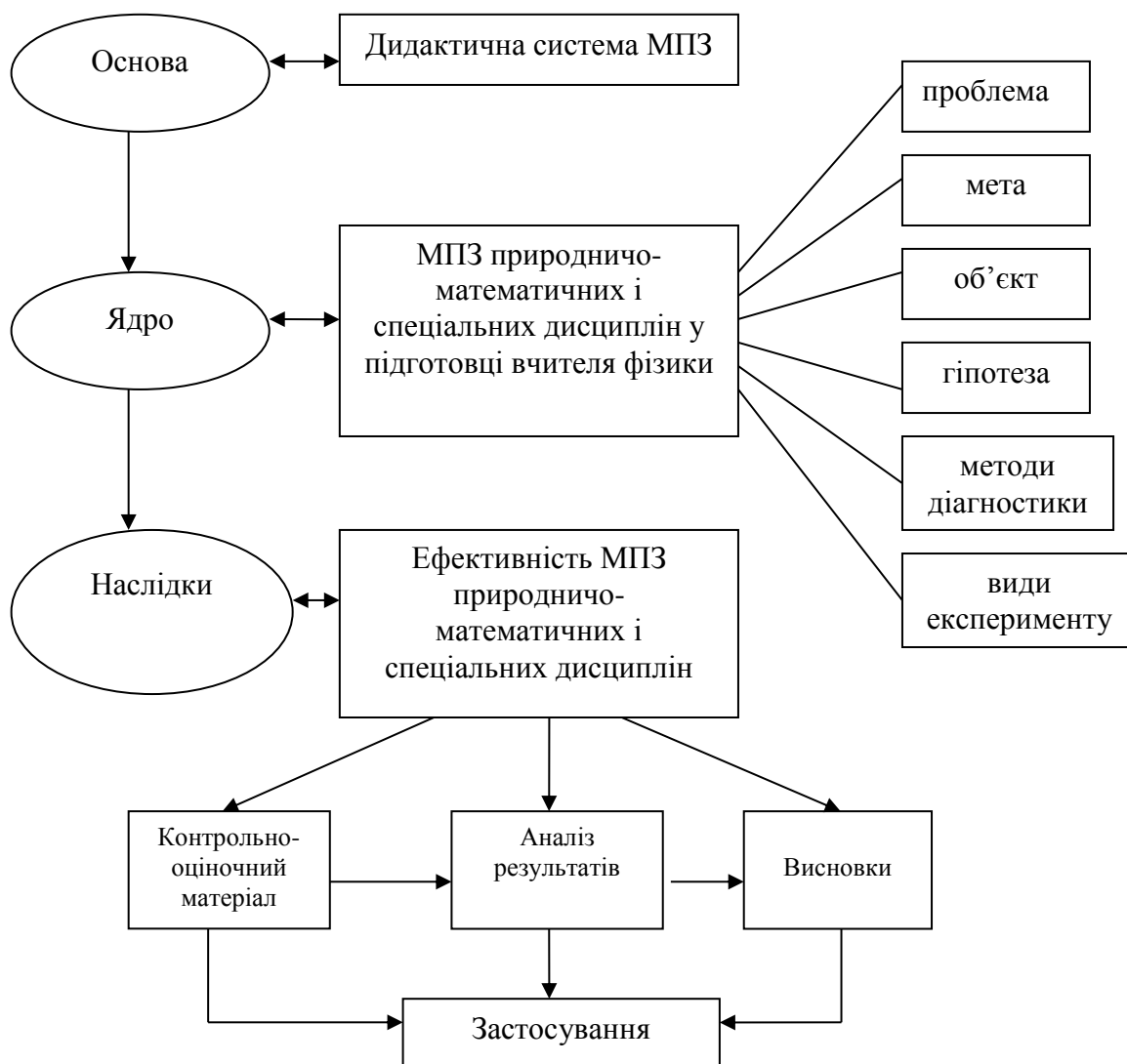


Рис.3.2. Структурна схема педагогічного експерименту

За результатами констатуючого експерименту окреслено шляхи усунення недоліків у визначеному аспекті професійної підготовки вчителя фізики і сформульована основна гіпотеза дослідження. Відповідно до висунутої гіпотези про підвищення якості фундаментальної та професійної підготовки вчителя фізики за умов упровадження в навчальний процес МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін, усвідомлення майбутніми вчителями фізики значення МПЗ у підготовці до професійної діяльності, забезпечення поєднання

традиційних та інноваційних технологій навчання з використанням можливостей комп'ютерної техніки, реалізації системи підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження МПЗ у навчально-виховний процес СЗШ розроблялася методика реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін.

На другому етапі педагогічний експеримент проводився у педагогічних навчальних закладах (м. Вінниця, м. Кам'янець-Подільський, м. Ніжин). Основним його завданням була перевірка гіпотези дослідження, апробація, корекція розробленої методики реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін.

Запропонована методика (структуру якої представлено в § 2.1) містить цільовий, змістовий, процесуальний компоненти:

1. Педагогічні умови реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики

2. Обґрунтування принципів і методів відбору матеріалу міжпредметного змісту курсів загальної фізики, математики, електротехніки, методики навчання фізики, радіоелектроніки.

3. Обґрунтування вибору методів реалізації МПЗ дисциплін „Загальна фізика”, „Радіоелектроніка”, „Математика”, „Електротехніка”, „Методика навчання фізики”, „Технічні засоби навчання” та ін.

4. Задачі міжпредметного змісту.

5. Самостійні завдання міжпредметного змісту для встановлення студентами МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін.

6. Самостійні завдання до лабораторних занять із спеціальних дисциплін, що спрямовані на формування:

а) вміння самостійно встановлювати МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін;

б) узагальнених експериментальних умінь;

в) умінь і навичок політехнічного характеру, що пов'язані з підготовкою, постановкою, обробкою результатів лабораторного експерименту;

г) готовності майбутніх учителів фізики до реалізації МПЗ у СЗШ.

На цьому етапі були визначені рівні сформованості:

- міжпредметних знань;
- узагальнених експериментальних умінь (формулювання мети, гіпотези, умов фізичного експерименту, складання плану експерименту і т. ін.);
- умінь самостійно встановлювати МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін на рівні понять, законів, теорій, методів дослідження;
- умінь оперувати знаннями в процесі розв'язування задач міжпредметного змісту;
- готовності до організації процесу навчання фізики в СЗШ з використанням МПЗ.

На основі проміжних результатів експерименту було проведено корегування змістових і процесуальних аспектів підготовки вчителя фізики, розроблялись критерії оцінки ефективності запропонованої методики.

На третьому етапі проводився контрольний експеримент. На цьому етапі перевірялась ефективність розробленої методики.

Для вирішення поставлених завдань і перевірки гіпотези дослідження були використані такі методи: спостереження, анкетування, тестування, самооцінка, експертна оцінка, статистичні методи, методи кількісного і якісного аналізу.

Відповідно до основної мети педагогічного експерименту (оцінка впливу розробленої дидактичної системи МПЗ на професійну підготовку вчителя фізики, який здатний ефективно використовувати МПЗ у професійній діяльності) контроль знань і вмінь студентів здійснювався під час проведення анкетування, тестування, виконання самостійних міжпредметних завдань, контрольних робіт, заліків, екзаменів, проходження педагогічної практики.

У процесі добору форм контролю ми керувались такими вимогами:

- об'єктивність;
- валідність;
- діагностична цінність;
- достовірність;
- репрезентативність;
- ефективність математичної обробки результатів.

Для визначення ефективності розробленої методики нами були вибрані такі критерії:

- повнота засвоєння змісту і обсягу предметних знань, визначених програмою;
- вміння переносити знання з однієї дисципліни в іншу та використовувати в процесі розв'язування міжпредметних задач;
- сформованість узагальнених експериментальних умінь;
- сформованість знань про методологічні, дидактичні, методичні основи МПЗ.

Для визначення ефективності впровадження МПЗ у підготовку вчителя фізики уточнено рівні сформованості вмінь переносити знання з однієї дисципліни в іншу під час розв'язування задач, виконання навчально-дослідницьких завдань. На основі таксономії цілей навчання Б.С. Блума, В.П.Беспалька виділені такі компоненти рівнів сформованості міжпредметних знань (табл. 3.1.).

Відповідно до наведених критеріїв і рівнів сформованості міжпредметних знань нами виділено чотири рівні досягнень студентів:

I – репродуктивний (передбачає наявність знань фактичного матеріалу з предмета, які не мають міжпредметного характеру);

II – продуктивний (включає елементи міжпредметних знань, але МПЗ виступають в основному на рівні їхнього формального використання);

III – евристичний (передбачає, що студенти самостійно встановлюють різноманітні МПЗ і пов'язують їх з майбутньою професією);

IV – креативний (характеризується тим, що студенти самостійно під час розв'язування задач і виконання навчально дослідницьких завдань використовують знання з декількох дисциплін, виявляючи при цьому рефлексію і творчість у використанні МПЗ).

Таблиця 3.1

Змістові і процесуальні компоненти рівнів сформованості міжпредметних знань

Рівні сформованості	Змістовий компонент	Процесуальний компонент
Репродуктивний	Передбачає наявність у студентів знань фактичного матеріалу з фізики, але знання не має міжпредметного характеру.	Студенти не встановлюють зв'язки фізики з іншими навчальними дисциплінами. Розв'язування задач здійснюється під керівництвом і з максимальною допомогою викладача. Знання використовуються за зразком.
Продуктивний	Включає елементи міжпредметних знань, але виникають труднощі в процесі перенесення знань із інших дисциплін на предмет фізики.	Міжпредметні знання виступають в основному на рівні формального використання.
Евристичний	Передбачає усвідомлення студентами фізичного змісту задачі чи завдань, володіння знаннями з іншої дисципліни (математики, радіоелектроніки) та перенесення знань на предмет фізики.	Студенти самостійно встановлюють необхідні для розв'язування фізичних задач чи завдань зв'язки з іншими дисциплінами, розробляють алгоритм їх розв'язання, виділяють методичні аспекти, що пов'язані з майбутньою професійною діяльністю і реалізацією МПЗ у процесі навчання учнів у школі
Креативний	Передбачає, що студенти усвідомлюють фізичний зміст задачі чи завдань, переносять знання з інших дисциплін на предмет фізики, володіють дидактичними, методологічними знаннями, що сприяють встановленню МПЗ.	Студенти самостійно використовують предметні, методологічні, дидактичні, методичні знання в процесі розв'язування задач чи завдань, проявляють рефлексію і творчість у використанні МПЗ фізики з іншими дисциплінами.

Кількісними критеріями ефективності розробленої методики здійснення МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін були вибрані:

1. Середній коефіцієнт повноти сформованості міжпредметних знань до визначеного рівня

$$\bar{K}_z = \frac{\sum_{i=1}^N n_i}{Nn},$$

де n_i - кількість елементів міжпредметних знань, що сформовані до певного рівня у i -го студента в процесі діяльності; n – максимальна кількість елементів міжпредметних знань, що повинні бути сформовані; N – загальна кількість студентів.

2. Середній коефіцієнт повноти сформованості узагальнених експериментальних умінь до визначеного рівня визначається за формулою

$$\bar{K}_y = \frac{\sum_{i=1}^N n_{iy}}{n_y N},$$

де n_{iy} - кількість операцій, що виконано i -м студентом; n_y - максимальна кількість операцій, що повинен виконати i -й студент; N – загальна кількість студентів.

3. Коефіцієнт успішності розвитку в майбутніх учителів фізики міжпредметних знань та узагальнених експериментальних умінь визначається за формулами

$$\gamma_z = \frac{\bar{K}_{1z}}{\bar{K}_{2z}}, \quad \gamma_y = \frac{\bar{K}_{1y}}{\bar{K}_{2y}}$$

де \bar{K}_{1z} і \bar{K}_{2z} - середні коефіцієнти повноти сформованості знань до визначеного рівня за результатами констатуючого і контрольного експерименту відповідно; \bar{K}_{1y} і \bar{K}_{2y} - середні коефіцієнти сформованості узагальнених експериментальних умінь до визначеного рівня за результатами констатуючого і контрольного експерименту відповідно.

4. Коефіцієнт ефективності η запропонованої методики реалізації МПЗ використовувався для порівняння ефективності використання експериментальних і традиційних форм роботи, як засобу розвитку міжпредметних знань та узагальнених умінь. Він визначається за формулами

$$\eta_z = \frac{\gamma_{ez}}{\gamma_{kz}} \text{ та } \eta_y = \frac{\gamma_{ey}}{\gamma_{ky}},$$

де γ_{ez}, γ_{kz} - коефіцієнти успішності розвитку міжпредметних знань у студентів експериментальної і контрольної груп відповідно; γ_{ey}, γ_{ky} - коефіцієнти успішності розвитку узагальнених експериментальних умінь у студентів експериментальної і контрольної груп відповідно.

Достовірність результатів експерименту для величин, що характеризують коефіцієнти і рівні досягнень студентів, визначалась на підставі критерію згоди χ^2 на рівні значущості 0,05.

На основі цього критерію здійснювалась перевірка висунутих гіпотез про статистичну значущість відмінностей в контрольній і експериментальній групах на початковий і кінцевий фазі навчання. З цією метою розраховувались статистики Г критерію χ^2 за формулою [56, с.101]:

$$T = \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{i=1}^c \frac{(N_1 Q_{2i} - N_2 Q_{1i})^2}{Q_{1i} + Q_{2i}}, \text{ де}$$

N_1, N_2 - кількість студентів контрольної і експериментальної груп; Q_{1i} - кількість студентів контрольної групи, що досягли i -го рівня; Q_{2i} - кількість студентів експериментальної групи, що досягли i -го рівня; c - число виділених рівнів.

Значення статистики $t(T_c)$, що отримане, порівнюється з критичним значенням статистики T_{kp} , що визначається за таблицею χ^2 з ступенем вільності $\nu = c - 1$.

Висувалась нульова гіпотеза про те, що рівень сформованості міжпредметних знань та узагальнених умінь у контрольній та експериментальній групах майже однакові. У ролі альтернативної гіпотези

припускаємо, що існують розбіжності в рівнях сформованості міжпредметних знань та узагальнених умінь.

При виконанні нерівностей $T_c > T_{kp}$ нульова гіпотеза відхиляється на рівні значущості і приймається альтернативна. Якщо виконується умова $T_c < T_{kp}$, то немає достатніх причин для відхилення припущення про однаковий рівень засвоєння знань в експериментальній і контрольній групах.

В експерименті було задіяно 8 експериментальних і 8 контрольних груп.

У процесі формування груп користувалися такими критеріями:

- успішність (за оцінками атестату для студентів 1 курсу);
- приблизно однаковий відсоток студентів, що закінчили міські й сільські школи;
- успішність (за результатами екзаменаційних сесій).

Навчання студентів у контрольних групах здійснювалось традиційно за навчальними планами, у які включено питання, що стосуються проблеми МПЗ. В експериментальній групі студенти навчалися в умовах розробленої в процесі дослідження методичної системи.

З метою відбору експериментальної і контрольної груп (експеримент №1) до початку навчального експерименту порівнювали знання студентів зі шкільного курсу фізики (за результатами екзамену в 1-ому семестрі). Наприклад, результати успішності студентів у 2001-2002 рр. представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Результати успішності студентів зі шкільного курсу фізики
(2001-2002рр.)

Групи	Кількість студентів	„Відмінно”		„Добре”		„Задовільно”		„Незадовільно”		$T_{спос.}$
		К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	
Контроль-на	21	4	19,1	7	33,3	8	38,1	2	9,5	1,84

Експериментальна	23	2	8,7	10	43,5	7	30,4	4	17,4	
------------------	----	---	-----	----	------	---	------	---	------	--

Представимо розподіл кількості студентів за успішністю діаграмою рис.3.3.

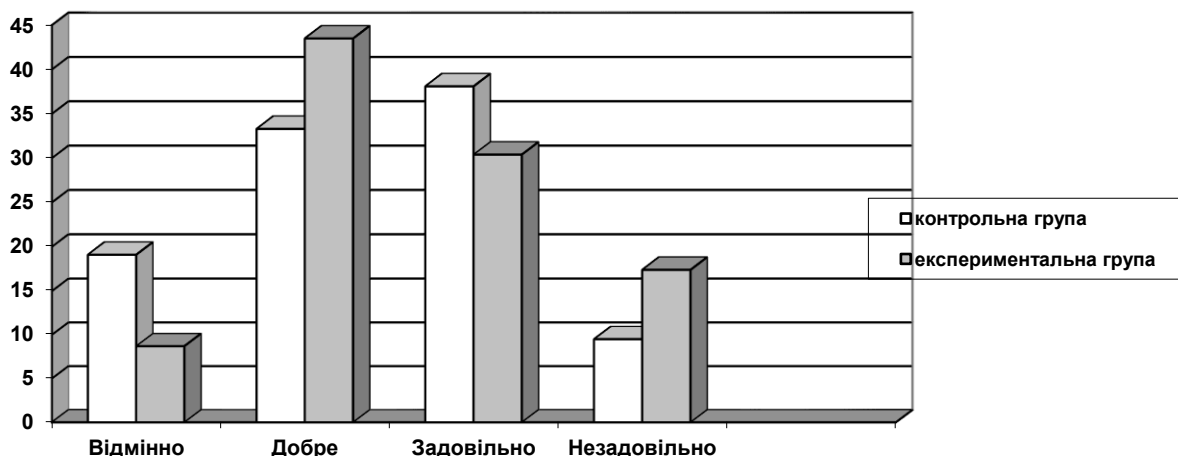


Рис.3.3. Розподіл студентів за успішністю з дисципліни „Шкільний курс фізики”

За результатами екзамену групи відрізняються якістю знань, тому для визначення можливої їхньої участі в експерименті застосуємо статистичні методи обробки результатів, а саме і визначимо статистику $T_{\text{снос}}$ критерія χ^2 .

$$T_{\text{снос}} = \frac{1}{21 \cdot 23} \left(\frac{(21 \cdot 2 - 23 \cdot 4)^2}{2 + 4} + \frac{(21 \cdot 7 - 23 \cdot 8)^2}{8 + 7} + \frac{(21 \cdot 10 - 23 \cdot 7)^2}{7 + 10} + \frac{(21 \cdot 4 - 23 \cdot 2)^2}{4 + 2} \right) = 1,84.$$

Порівнюємо $T_{\text{снос}}$ з $T_{\text{кр}} = 7,81$ (визначено за таблицею [56]). Оскільки $T_{\text{снос}} < T_{\text{кр}}$, то робимо висновок, що дані групи можна задіяти в експерименті як контрольні й експериментальні.

Аналогічно проводилося формування експериментальних і контрольних груп для визначення рівня сформованості узагальнених експериментальних умінь. Критерієм успішності були використані результати екзамену з загальної фізики (4 семестр), що представлено в таблиці 3.3.

Порівняємо $T_{\text{спос.}}$ зі значенням $T_{\text{кр}} = 7,81$, що одержали з таблиці критичних значень статистики для числа ступенів вільності $\nu = 3$ і прийнятого рівня значущості $\alpha = 0,05$. Оскільки $T_{\text{спос.}} < T_{\text{кр}}$ отриманий результат не дає підстав для відхилення нульової гіпотези, тому дані групи можуть брати участь у експерименті.

Таблиця 3.3

Результати успішності студентів із загальної фізики (електрика, магнетизм)

групи	Кількість студентів	„Відмінно”		„Добре”		„Задовільно”		„Незадовільно”		$T_{\text{спос.}}$
		К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	
Контрольна	25	5	20,0	9	36,0	9	36,0	2	8,0	2,15
Експериментальна	24	2	8,3	12	50,0	7	29,2	3	12,5	

Представимо розподіл за успішністю з дисципліни „Загальна фізика” діаграмою рис.3.4.

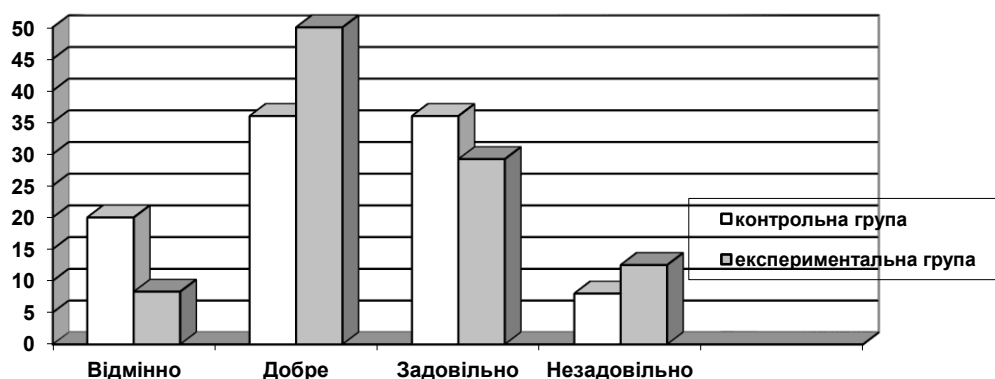


Рис.3.4. Розподіл студентів за успішністю з дисципліни „Загальна фізика”

Для кількісної оцінки ефективності запропонованої методики щодо формування узагальнених експериментальних і політехнічних умінь було

уточнено рівні їхньої сформованості, основою яких є зміст експериментальної діяльності студентів під час дослідження установок, пристроїв у лабораторіях загальної фізики, електротехніки, ТЗН, радіоелектроніки.

За критерії сформованості вибрали: склад і якість виконаних операцій, їх усвідомленість, повнота, ступінь складності. З урахуванням розглянутих чинників було виділено 4 рівні сформованості експериментальних умінь, що представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Рівні сформованості узагальнених експериментальних умінь

Етапи експерименту Рівень	Мета, завдання і гіпотеза експерименту	План експерименту	Уміння обирати необхідні прилади	Уміння визначати порядок величини, що вимірюється	Вимірювальні вміння	Обчислювальні і графічні вміння
I	Мета і завдання експерименту не усвідомлюються, гіпотеза не формулюється (ототожнюється з метою)	Самостійно не складається, експеримент проводиться за інструкцією чи за планом, що запропоновані викладачем	Не вміє обирати необхідні прилади, впізнає фізичні прилади за зовнішніми ознаками	Не вміє визначати порядок вимірювальної величини	Вміє включати в коло амперметр і вольтметр, знає вимоги до зберігання приладів	Недостатні
0-10 балів						
II	Мета і завдання експерименту усвідомлюються, гіпотеза формулюється але не обґрунтовується	Самостійно не складається, виділяються найбільш суттєві пункти плану і доробляються під керівництвом викладача	Знає фізичні прилади, але вибирає їх за допомогою викладача	Визначає порядок вимірювальних величин за допомогою викладача	Вміє збирати установки відповідно до методичних вимог, знає будову і порядок роботи з приладами	Середні
11-22 бали						
III	Усвідомлені повністю	Складається самостійно за запропонованим алгоритмом	Вибирає прилади зі списку запропонованого викладачем, вміє користуватися приладами без інструкції	Визначає порядок вимірювальних величин самостійно	Збирає коло і установки без опису до них, користується приладами без інструкції	Високі обчислювальні Середні графічні
23-34 бали						
IV	Усвідомлені повністю	Складається самостійно	Вибирає прилади самостійно, знає системи вимірювальних приладів, позначення елементів електричних схем	Самостійно визначає порядок вимірювальних величин, вміє розширювати границі вимірювальних приладів	Вільно підбирає режими роботи приладів відповідно до умов експерименту	Високі
35-48 балів						

Етапи експерименту Рівень	Дослідницькі вміння	Керування електрорадіовимірвальними приладами	Вміння знаходити і ліквідувати несправності в досліджуваній схемі експерименту	Оцінка отриманих результатів	Висновки з експерименту
I	Не сформовані дослідницькі вміння	Не вміє керувати електрорадіовимірвальними приладами	Не вміє знаходити і ліквідувати несправності в досліджуваній схемі експерименту	Робиться під керівництвом викладача	Формулюються під керівництвом викладача
0-10 балів					
II	Проводить дослідницьку роботу під керівництвом викладача	Керує електрорадіовимірвальними приладами за інструкціями, дотримується правил включення їх у мережу	Ліквідує незначні несправності в досліджуваній схемі експерименту в вимірвальних приладах	Робиться згідно з запропонованим викладачем алгоритмом	Формулюються згідно з запропонованим викладачем алгоритмом
11-22 бали					
III	Самостійно складає план експерименту	Керує електрорадіовимірвальними приладами без інструкції до них	Використовує схему експерименту і електричні схеми приладів для знаходження і ліквідації несправностей	Робиться самостійно	Формулюються самостійно, але відсутнє обґрунтування відповідності результатів висунутій гіпотезі
23-34 бали					
IV	Самостійно розробляє проект експерименту, прилади і установки, випробовує їх	Вільно керує і контролює електрорадіовимірвальними приладами	Вільно знаходить несправності в схемі експерименту і в приладах за відсутності схеми до них	Робиться самостійно	Формулюються самостійно
35-48 балів					

3.2. Зміст, результати та аналіз педагогічного експерименту

Експеримент №1

Мета: виявити сформованість умінь переносити знання з однієї дисципліни в іншу в процесі розв'язування задач.

Форма експерименту: практичні, семінарські, індивідуальні заняття.

Засоби контролю знань: тести, контрольні, залікові роботи, екзамени.

Виходячи з завдань експерименту, для доведення ефективності розробленої методики на практичних заняттях розв'язувались задачі міжпредметного змісту та відпрацьовувалась методика їх розв'язування, алгоритм діяльності студентів із розв'язування таких задач.

Порядок проведення експерименту:

- а) проведення тестування перед початком вивчення змістового модуля;
- б) розв'язування задач міжпредметного змісту;
- в) самостійна робота студента з вивчення дидактичних матеріалів про МПЗ;
- г) проведення залікової самостійної роботи з розв'язування задач міжпредметного змісту, що містить низку завдань;
- д) аналіз результатів самостійних, контрольних робіт, заліку, екзамену.

Структура формуючого експерименту залишалась такою як констатуючого, тому аналіз результатів формуючого експерименту подаємо в тій самій послідовності.

Приклади завдань модуля „Електрика і магнетизм”.

Задача 1. Визначити потік вектора індукції електричного поля точкового заряду через замкнену поверхню.

Задача 2. Залежність кількості електрики, що протікає через поперечний переріз провідника, визначається формулою $q(t) = (3t - 1)(t + 1)$. Визначити середнє значення сили струму для: а) $\Delta t = 0,1\text{с}$; б) $\Delta t = 0,01\text{с}$; в) $\Delta t = 0,001\text{с}$; г) $\Delta t = 0,0001\text{с}$. Знайти значення сили струму в момент часу $t = 3\text{с}$.

Задача 3. Напруга на ділянці кола є лінійною функцією від часу. На початку досліду напруга була 12В, а по завершенню досліду, що тривав 8с.,

напруга зменшилась до 6,4В. Виразіть напругу як функцію від часу і побудуйте графік даної залежності; за графіком визначте напругу в момент часу 15с.

Задача 4. Спад напруги на кінцях зовнішнього опору, що під'єднаний до джерела живлення відповідно до закону Ома, виражається функцією $U(R)$. Знайти область визначення і зміни функції.

Задача 5. Функціональна залежність струму від напруги напівпровідникового діода має вигляд $i(U) = K_1(e^{K_2 U} - 1)$, де $K_1 = 5,83 \cdot 10^{-8} \text{ A}$, $K_2 = 38,6 \frac{1}{\text{В}}$. Знайти тангенс кута нахилу даної характеристики для напруги 0,2В та визначити опір діода в цій точці.

Задача 6. Електрон масою m зарядом e влітає в однорідне магнітне поле зі швидкістю v перпендикулярно до лінії індукції B . Визначити траєкторію руху частинки, період її обертання. Яка буде траєкторія, якщо частинка влітає в магнітне поле під кутом до ліній індукції.

Задача 7. На основі рівнянь Максвелла отримайте вираз, що описує розповсюдження плоскої електромагнітної хвилі з частотою ω в необмеженому середовищі, яка характеризується діелектричною проникністю ϵ та магнітною проникністю μ .

Під час розв'язування задач студенти повинні:

- а) розкрити фізичний зміст задачі;
- б) вказати математичні дисципліни, знання з яких використовувались у процесі розв'язування кожної задачі;
- в) перерахувати математичні поняття, теореми, методи, що були використані під час розв'язування задач;
- г) скласти алгоритм розв'язування задачі;
- д) перевірити отриману формулу методом розмірностей;
- е) розв'язати задачу.

Представимо результати розподілу студентів за рівнями сформованості вмінь розв'язувати задачі міжпредметного змісту у вигляді таблиці 3.5 та діаграмою (рис. 3.5).

Таблиця 3.5

Розподіл студентів контрольних і експериментальних груп за рівнями сформованості вмінь розв'язувати задачі міжпредметного змісту

Групи	Обсяг вибірок	Розподіл студентів за рівнями сформованості			
		I		II	
		К-сть студ.	%	К-сть студ.	%
Контрольні	86	47	54,65	25	29,07
Експериментальні	88	11	12,50	32	36,36

Для оцінювання ефективності розробленої методики в аспекті підготовки студентів до самостійного виявлення і встановлення МПЗ розраховали статистику $t_{\text{снос.}}$ критерія χ^2 .

У ролі нульової гіпотези ми висунули припущення, що рівень сформованості вмінь розв'язувати задачі міжпредметного змісту в контрольній і експериментальній групах однаковий. Як альтернативну гіпотезу ми висунули припущення, що рівень сформованості вмінь розв'язувати задачі міжпредметного змісту у контрольній і експериментальній групах значно відрізняється.

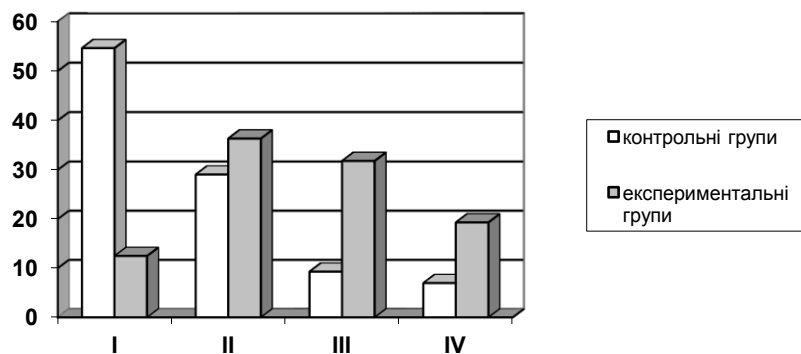


Рис. 3.5. Розподіл студентів за рівнями сформованості вмінь розв'язувати фізичні задачі міжпредметного змісту

Статистика $T_{кр}$ критерія χ^2 на рівні значущості $\alpha=0,05$, що прийняті в педагогічних дослідженнях відповідно до числа вибраних рівнів (4) та ступеня вільності $\nu=3$ вибиралась із таблиці, що розміщена в роботі [56] $T_{кр}=7,81$.

Оскільки $T_{спос.} > T_{кр}$, то згідно з правилом прийняття рішень нульова гіпотеза відхиляється і приймається альтернативна.

Одержаний результат дає підстави стверджувати, що в експериментальній групі формування міжпредметних знань відбувається більш успішно, ніж у контрольній.

Експеримент №2

Мета: виявити сформованість узагальнених експериментальних умінь.

Форма експерименту: лабораторні заняття.

Засоби контролю знань: методи спостереження, аналіз відповідей і результатів письмових робіт студентів.

Порядок проведення експерименту:

Виявлення рівня сформованості узагальнених експериментальних умінь на першому лабораторному занятті з радіоелектроніки.

Студентам було запропоновано 3 типи завдань:

а) дати визначення і вказати істотні ознаки понять (електромагнітне поле, електромагнітна хвиля, електромагнітне коливання і т.ін.);

б) виділити структурні елементи експерименту на основі методичних вказівок до лабораторних робіт (мету, гіпотезу, умови, план експерименту), провести експеримент і обробити результати;

в) визначити спектр політехнічних умінь, що потрібні для експериментальних досліджень і співвіднести їх із пізнавальними вміннями, що використовують на різних етапах експерименту.

У констатуючому експерименті брали участь 126 студентів (3-4-5 курсів). Як показали результати експерименту, на початковому етапі навчання студенти виявили недостатній рівень сформованості і формалізм засвоєння

фундаментальних понять, що використовуються в процесі вивчення радіоелектроніки.

На перших заняттях лабораторного практикуму з радіоелектроніки під час виконання завдань 2-го і 3-го типу був виявлений низький рівень сформованості узагальнених експериментальних і політехнічних умінь (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6

Результати констатуючого експерименту

п/п	Структурні елементи лабораторного експерименту	Кількість студентів, що виконали завдання	(%)
	Формулювання мети експерименту: а) повне; б) неповне; в) неправильне.	15 36 75	11,9 28,6 59,5
	Формулювання гіпотези, яка відповідає експерименту: а) правильне, обґрунтоване; б) правильне, необґрунтоване; в) не сформульована.	8 44 74	6,3 34,9 58,8
	Визначення умов експерименту з метою перевірки гіпотези: а) визначення приладів, що необхідні для структурної схеми; б) складання структурної схеми; в) вибір діапазонів вимірювання фізичних величин.	37 50 39	29,4 39,7 30,9
	Складання плану проведення експерименту відповідно до мети, гіпотези та умов.	21	16,7
	Проведення експерименту згідно плану при таких рівнях сформованості вимірювальних і дослідницьких умінь: а) низькому; б) середньому; в) високому; г) творчому.	86 30 10	68,3 23,8 7,9
	Обробка результатів експерименту при таких рівнях сформованості обчислювальних і графічних умінь: а) низькому; б) середньому; в) високому; г) творчому.	70 43 13	55,6 34,1 10,3
	Формулювання висновків про відповідність гіпотези отриманим результатам: а) повна, з обґрунтуванням відповідності; б) повна без обґрунтування відповідності;	0 31	0 24,6

	в) неповна.	95	75,4
--	-------------	----	------

Значні труднощі в студентів викликали такі етапи експериментальної діяльності:

- теоретичне обґрунтування і формулювання гіпотези експерименту;
- визначення умов експерименту, а саме: вибір потрібних приладів і заміна їх еквівалентними;
- формулювання висновків за результатами експерименту, зокрема, оцінка ступеня відповідності висунутої гіпотези отриманим результатам експерименту.

Виявлені труднощі теоретичного обґрунтування і формулювання гіпотези, на нашу думку, зумовлені:

- недостатнім рівнем знань студентів, щодо існуючих зв'язків і відношень між науковими поняттями фізики, математики, радіоелектроніки, електротехніки на рівні понять, законів, теорій;
- недостатніми вміннями переносити знання з однієї дисципліни в іншу, застосовувати теоретичні знання в обґрунтуванні й постановці фізичного експерименту;
- недостатніми вміннями теоретичного моделювання фізичних процесів і визначення їхніх зв'язків з основами функціонування технічних пристроїв.

Труднощі у визначенні умов експерименту та заміні приладів еквівалентними зумовлені наступними причинами:

- недостатніми знаннями параметрів радіовимірювальних та електротехнічних приладів і фізичних умов їхнього функціонування;
- низьким рівнем умінь визначати і порівнювати технічні характеристики вимірювальних приладів з точки зору доцільності їхнього використання в цьому експерименті;
- недостатніми знаннями про методи експериментального дослідження технічних пристроїв.

Труднощі, пов'язані з формулюванням висновків щодо відповідності висунутої гіпотези отриманим результатом експерименту, викликані такими причинами:

- низьким рівнем умінь поєднувати теоретичні й експериментальні методи дослідження фізичних процесів, що відбуваються в технічному пристрої;
- несформованістю вмінь аналізувати результати експерименту з дослідження параметрів технічних об'єктів і формулювати висновки на основі їх синтезу;
- низьким рівнем дослідницьких умінь;
- відсутністю цілеспрямованого формування узагальнених експериментальних умінь в умовах реалізації МПЗ радіоелектроніки, загальної фізики, математики, електротехніки.

Для перевірки отриманих результатів подібні завдання другого типу були запропоновані вчителям фізики, з досвідом роботи понад 5 років. Вони повинні були зробити самооцінку своєї підготовки в галузі шкільного демонстраційного експерименту (ШДЕ), назвати демонстрації та прилади складні в застосуванні. Значна частина вчителів (63%) оцінила підготовку до ШДЕ як недостатньо якісну. Особливі проблеми виникають під час проведення шкільного фізичного експерименту з використанням електронного обладнання кабінету фізики. Значна частина студентів (82%) і учителів (75%) не змогла визначити зв'язки технічних об'єктів (осцилограф, генератор, лічильник-секундомір) з фізичними основами їхнього функціонування. Виняток становили вчителі, що навчались спеціальним дисциплінам за нашою методикою.

Виявили низький рівень сформованості таких політехнічних умінь, як:

- а) дослідницькі і конструкторські;
- б) уміння керувати технічними пристроями;
- в) уміння виявляти і ліквідувати неполадки в технічному пристрої;
- г) уміння обробляти результати спостережень за технічним об'єктом.

Констатує експеримент показав, що підготовка майбутніх учителів фізики до використання радіоелектронного обладнання в шкільному фізичному експерименті, до вивчення спеціальних дисциплін, зокрема радіоелектроніки, має ряд істотних недоліків і не відповідає вимогам вищої школи на сучасному етапі розвитку освіти.

Під час проведення навчального експерименту ми звертали увагу на формування в майбутніх учителів фізики:

- умінь самостійно встановлювати зв'язки радіоелектроніки з фізикою, математикою, електротехнікою на рівні понять, законів, теорій, методів дослідження;

- умінь встановлювати зв'язки між науковими знаннями і знаннями спеціальних дисциплін у процесі теоретичного й експериментального дослідження об'єктів радіоелектроніки, електротехніки, ТЗН;

- узагальнених експериментальних умінь;

- дослідницьких умінь;

- умінь виявляти і ліквідувати несправності в досліджуваних електричних колах;

- готовність використовувати отримані знання і вміння під час постановки і проведення шкільного фізичного експерименту, організації гурткової роботи.

У процесі проведення контрольного експерименту студентам були запропоновані такі самі типи завдань, як і під час проведення констатує експерименту.

Таблиця 3.7

Розподіл студентів контрольних і експериментальних груп за рівнями сформованості узагальнених експериментальних умінь (2003-2004н.р.)

Групи	бсяг	Розподіл студентів за рівнями сформованості узагальнених експериментальних умінь			
		I	II	III	IV

	вибір ок	-сть студ.		-сть студ.		-сть студ.		-сть студ.		
К онтрольні	4	9	9,7	6	6,2		,4		,7	6,43
Е ксперимент альні	1		,5	7	7,9	1	0,8		4,8	

$$T_{\text{стос}} = \frac{1}{64 \cdot 61} \left[\frac{(64 \cdot 4 - 61 \cdot 19)^2}{19 + 4} + \frac{(36 \cdot 61 - 64 \cdot 17)^2}{36 + 17} + \frac{(6 \cdot 61 - 64 \cdot 31)^2}{6 + 31} + \frac{(3 \cdot 61 - 9 \cdot 64)^2}{3 + 9} \right] = 36,43$$

Статистика T_{kp} критерія χ^2 на рівні значущості $\alpha=0,05$ з урахуванням $\nu=3$ рівна $T_{kp} = 7,81$.

Отриманий результат дає підстави стверджувати, що в експериментальній групі формування узагальнених експериментальних умінь відбувається більш успішно, ніж у контрольній. Представимо результати експерименту діаграмою, що зображена на рис.3.6.

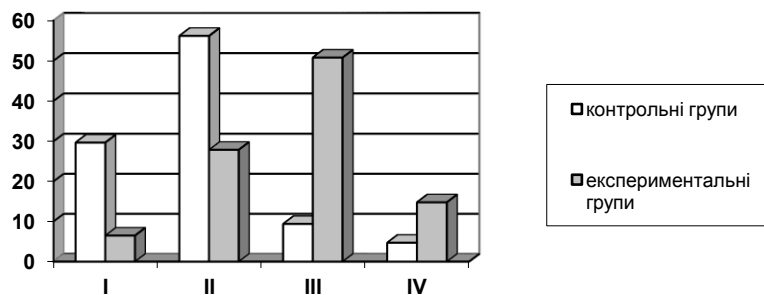


Рис. 3.6. Розподіл студентів за рівнями сформованості узагальнених експериментальних умінь

Діаграма відображає динаміку зростання кількості студентів, що мають III і IV рівень сформованості узагальнених експериментальних умінь.

Про ефективність реалізації розробленої методики робимо висновок за даними, що представлені в таблиці 3.8. Розрахунок коефіцієнтів проводили на основі набраних студентами балів.

Результати дослідження ефективності експериментальної методики формування узагальнених експериментальних умінь

Основні показники результатів експерименту	Групи	
	Експериментальні	Контрольні
Середній коефіцієнт сформованості узагальнених експериментальних умінь за результатами констатуючого експерименту \bar{K}_ϵ	0,32	0,34
Середній коефіцієнт сформованості узагальнених експериментальних умінь за результатами формуючого експерименту \bar{K}_γ	0,56	0,38
Коефіцієнт успішності розвитку узагальнених експериментальних умінь γ_γ	1,75	1,12
Коефіцієнт ефективності методики формування узагальнених експериментальних умінь η	1,56	

Завдання другого типу пов'язані з встановленням МПЗ між навчальними дисциплінами. Вони вимагали від студента:

а) встановити зв'язки наприклад, радіоелектроніки з іншими дисциплінами на рівні знань (поняття, закон, принцип, теорія), на рівні явища (визначити, яке фізичне явище лежить в основі роботи пристрою), на рівні метода дослідження (метод комплексних амплітуд, метод векторних діаграм, метод осцилографування і т.д.);

б) визначити призначення пристрою;

в) вказати можливості використання в професійній діяльності.

Наприклад. Запропонована схема резонансного підсилювального каскаду.

Емність конденсатора C_2 змінили на 20%. Визначити:

- 1) Які параметри підсилювача зміняться, як і чому?
- 2) Як зміняться його технологічні можливості?

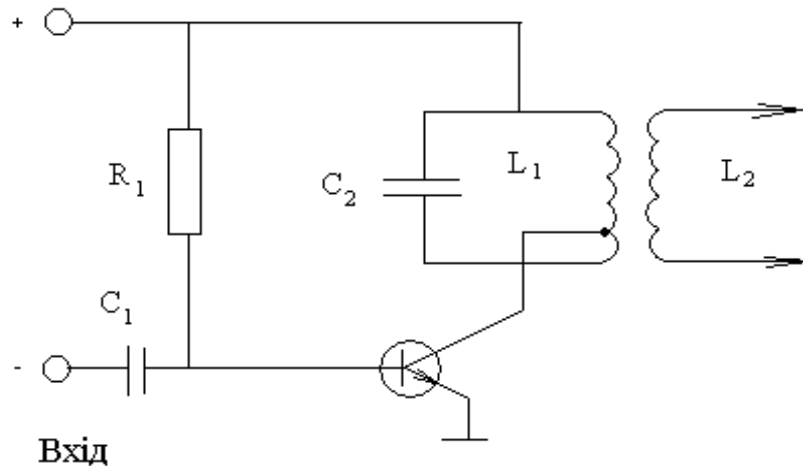


Рис. 3.6. Схема резонансного підсилювального каскаду

- 3) Які фізичні явища визначають кожний з параметрів підсилювача?
- 4) Які елементи схеми визначають параметри підсилювача?
- 5) Які теоретичні й експериментальні методи Ви можете запропонувати для визначення параметрів підсилювача і встановлення їхньої залежності від цього елемента і параметрів вхідного сигналу?
- 6) У яких демонстраціях шкільного фізичного експерименту можна застосувати такий підсилювач?
- 7) Для спостереження яких явищ можна використати цей підсилювач?

Відповіді на завдання аналізували з урахуванням здатності студентів до встановлення МПЗ:

- а) на рівні фізичного поняття (3 бали);
- б) на рівні фізичного явища (3 бали);
- в) на рівні методу дослідження (3 бали);
- г) на рівні перенесення знань (3 бали).

За кожне виконане повністю завдання щодо встановлення зв'язків студент отримував 3 бали. Якщо відповідь неповна – 2 бали, а за відсутності правильної відповіді – 1 бал. Максимальний бал – 12, мінімальний – 4.

Для оцінки ефективності розробленої методики в аспекті підготовки студентів до самостійного виявлення і встановлення МПЗ розраховали статистику $T_{\text{снос.}}$ критерія χ^2 .

У ролі нульової гіпотези ми висунули припущення, що рівень сформованості міжпредметних знань у контрольній і експериментальній групах однаковий. Як альтернативну гіпотезу ми висунули припущення, що рівень сформованості міжпредметних знань у контрольній і експериментальній групах значно відрізняється. На основі визначених балів розраховали критерій статистики для експериментальної групи. Значення критерію $T_c = 47,1$ представлено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Групи	кількість вибірок	Розподіл студентів за кількістю набраних балів										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8		
Контрольні	21			2	6	0	2					7,1
Експериментальні	18				7	4	3	1	4			

Практичне значення статистики критерія χ^2 на рівні значущості 0,05, що прийнятий у педагогічних дослідженнях і відповідно до числа вибірок (рівних 9) та ступенями вільності $\nu=c-1$ ($\nu=9-1=8$) знаходили за таблицею, що розміщена в праці [56] $T_{kp} = 16,9$. Отже, $T_{\text{снос.}} > T_{kp}$.

Можемо зробити висновок, що нульова гіпотеза відхиляється і приймається альтернативна. Таким чином, отриманий результат дає підстави стверджувати про ефективність запропонованої методики навчання.

Експеримент №3

Мета: формування системи теоретичних знань про МПЗ.

Форма експерименту: лекції, семінарські заняття, самостійна робота, курсові роботи, дипломні.

Засоби контролю знань: тести, курсові роботи, реферати.

Порядок проведення експерименту

- а) проведення тестування перед початком вивчення спецкурсу;
- б) проведення занять спецкурсу, консультації;
- в) проведення залікового тестування по завершенню спецкурсу;
- г) аналіз результатів тестування.

Результати анкетування студентів з проблеми МПЗ на початку експерименту представлено в таблиці 3.10, а по завершенню – в таблиці 3.11.

Таблиця 3.10

Результати анкетування студентів експериментальної і контрольної груп до читання спецкурсу

Групи	К ількість студентів	Елементи знань з проблеми МПЗ													
												0		1	2
Контрольн і	4 3	0	1		3	2	1				8				,24
Експериме нтальні	4 0		0		2	7	8				5				,22

Анкетування студентів експериментальної і контрольної груп після проведення занять спецкурсу оцінювались аналогічно. Для більшої достовірності результатів зміст анкети не змінювався.

Представимо результати експерименту у вигляді таблиці 3.12. Збільшення коефіцієнту повноти знань студентів із основних проблем МПЗ з 0,22 до 0,54 дає підстави зробити висновок про ефективність запропонованої методичної системи цілеспрямованої підготовки студентів до діяльності з реалізації МПЗ у СЗШ.

Таблиця 3.11

Результати анкетування студентів з проблеми МПЗ в кінці експерименту

Групи	Кількість студентів	Елементи знань з проблеми МПЗ															
											0	1		2			
Контрольна	4																
і	3	0	2		2	1	4				8						,27
Експериментальні	4																
	0	2	7	6	4	1	5			7	0	8	5	4			,54

Таблиця 3.12

Результати сформованості професійних знань про МПЗ

Основні показники результатів експерименту	Групи	
	Експериментальна	Контрольна
Середній коефіцієнт повноти сформованості знань про МПЗ у процесі констатуючого експерименту K_1	0,22	0,24
Середній коефіцієнт повноти сформованості знань про МПЗ у процесі навчального експерименту K_2	0,54	0,27
Коефіцієнт успішності розвитку знань про МПЗ γ_ζ	2,45	1,12
Коефіцієнт ефективності експериментальної методики формування знань про МПЗ η	2,00	

Одним із важливих і об'єктивних показників оцінки методичної системи є коефіцієнт ефективності η . Значення $\eta > 1$ свідчить про ефективність методики.

Підсумки експериментальної роботи

Результати застосування МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики дають підстави стверджувати, що поліпшення якості підготовки відбулось у таких напрямках:

у фундаментальній підготовці, яка включає

- прискорення процесу формування структурних елементів знань (поняття, закони, теорії);

- укрупнення дидактичних одиниць знань;

- формування наукових понять, їхній розвиток, узагальнення;

- синтез наукового знання, який відбувається через математизацію знання, взаємопроникнення методів пізнання, спільність об'єктів вивчення, міжпредметні поняття;

- формування системи пізнавальних умінь;

- оволодіння науковими методами пізнання, зокрема методом моделювання;

- формування цілісного уявлення про зв'язки науки і техніки;

- підвищення рівня сформованості узагальнених експериментальних умінь;

- формування математичної культури;

- розвиток теоретичного, інтегративного, синтетичного мислення;

у політехнічній підготовці, що включає формування системи політехнічних умінь: графічних, обчислювальних (розраховувати параметри кола), вимірювальних, дослідницьких, конструкторських (виявляти і ліквідувати несправності) та ін.

- систему фундаментальних політехнічних знань (природничо-наукові знання про процеси, закони, явища, що лежать в основі дії технічних пристроїв);

- знання про техніку як засіб перетворюючої діяльності, засіб пізнання і матеріалізації знань;

- знання про основні функції техніки;

- систему вмінь і здібностей майбутнього вчителя, необхідних для організації навчальної діяльності учнів, у якій функціонує політехнічна система знань і умінь;

- емоційно-ціннісне ставлення до процесу і результату політехнічної освіти як фундамента професійної підготовки вчителя в умовах технічної цивілізації;

у професійно орієнтованій підготовці, яка включає

- мотивацію до вивчення дисциплін різних циклів професійної підготовки;

- формування вмінь використовувати теоретичні знання на практиці, переносити знання з однієї дисципліни в іншу;

- формування вмінь самостійно встановлювати МПЗ в процесі вивчення природничо-математичних і спеціальних дисциплін;

- теоретична й практична підготовка вчителів, які здатні реалізувати МПЗ в СЗШ і впевнені в необхідності її здійснення.

Висновки

- Проведений з 1999 по 2005 рік теоретично обґрунтований педагогічний експеримент показав об'єктивну необхідність здійснення підготовки вчителя фізики на основі МПЗ.

- Результати педагогічного експерименту дали змогу зробити висновок, що цілеспрямоване формування в студентів міжпредметних знань, узагальнених експериментальних умінь в умовах реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін сприяє цілісному засвоєнню змісту освіти.

- Виконання самостійних завдань комплексного характеру, розв'язування задач міжпредметного змісту спонукає студентів до самостійного встановлення МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін на різних рівнях. Це сприяє перенесенню знань із однієї галузі науки в іншу, зміні репродуктивного характеру пізнавальної діяльності на

пошуково-евристичну, дослідницьку, дає професійну спрямованість отриманим знанням, розвиває природничо-наукове мислення.

- Розроблена й експериментально перевірена методика підготовки студентів до реалізації МПЗ у загальноосвітній школі дає змогу виконати соціальне замовлення школи вищому навчальному закладу – підготувати вчителя, який здатний до здійснення МПЗ у СЗШ.

- Аналіз результатів педагогічного експерименту підтвердив гіпотезу про доцільність використання МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики і необхідність підготовки вчителя фізики до реалізації МПЗ у майбутній професійній діяльності, дає змогу оцінити і прогнозувати вплив нових ідей на теорію, практику навчання, запровадити відповідну систему навчання і методику її реалізації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Теоретичний аналіз філософської, психологічної, педагогічної, методичної літератури з проблеми обраного нами дослідження переконує в тому, що за умов реформування вищої освіти проблема МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін актуальна. Ми розглядаємо цей феномен як основу побудови цілісної системи вищої освіти в єдності мотиваційно-ціннісного, змістового, процесуального й результативно-прогностичного компонентів на засадах фундаменталізації, професійної орієнтації.

У дисертації обґрунтовано таку тезу: створення цілісного освітнього простору повинно спрямовуватись на формування різнобічно розвиненої особистості вчителя, що дозволить йому виконувати такі функції: інформаційну, розвивальну, мобілізаційну, орієнтаційну, конструктивну, комунікативну, організаційну.

2. Аналіз науково-педагогічної літератури, зокрема навчальних посібників із педагогіки вищої школи та навчальних посібників із педагогіки середньої школи, дозволяє стверджувати, що в умовах реформування освіти проблемі МПЗ не приділено належної уваги, навіть за умови, що деякі автори визначають важливість цього у навчанні студентів, потребу в спеціальній підготовці майбутніх учителів до їхньої реалізації.

Встановлено, що поняття „МПЗ” багатогранне і поліфункціональне, через що сутність цього поняття не може бути визначена однозначно. Дійшли до висновку, що визначенню поняття „МПЗ” на сучасному етапі розвитку природничо-наукової освіти сприяє розуміння інтеграційних процесів у науці, техніці, суспільстві, сутності синтезу наукового знання й системного пізнання світу; освітньою моделлю інтеграційних процесів слугує педагогічна інтеграція, одним із рівнів якої є МПЗ. За таких умов МПЗ потрібно розглядати як дидактичний еквівалент інтеграції наук і як форму міждисциплінарної

взаємодії, зміст яких виконує синтезуючу функцію – за відношенням до предметного знання.

3. Дослідження переконує в тому, що предметна структура змісту освіти за умов відсутності МПЗ зумовлює фрагментарне сприйняття матеріального світу, через що мислення студентів формується як диференційоване, а не цілісне. МПЗ, не порушуючи логіки окремих навчальних дисциплін, становлять цілісну систему змісту, форм, методів і засобів їхньої реалізації, виконують функції, які забезпечують нову якість підготовки вчителя.

4. Відповідно до структурних компонентів підготовки вчителя фізики створено модель МПЗ як цілісну систему змістової й процесуальної складових навчання, яка передбачає реалізацію основних напрямів взаємозв'язку природничо-математичних і спеціальних дисциплін, досягнення прогнозованого моделлю результату: формування міжпредметних знань, умінь і навичок, розвитку інтегративного мислення, готовності до використання МПЗ у майбутній професійній діяльності.

5. Визначено педагогічні умови реалізації МПЗ дисциплін різних циклів підготовки: взаємне узгодження робочих програм за часом вивчення і логікою викладу навчального матеріалу; структурно-логічний аналіз змісту навчальних дисциплін з метою виділення міжпредметних елементів знань та узагальнених умінь; наступність у формуванні знань і вмінь; професійна спрямованість дисциплін; використання інноваційних технологій навчання.

6. Доведено, що дотримання умов реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у методологічному, теоретичному і практичному аспектах із використанням різних типів і видів МПЗ дозволяє уникнути дискретного характеру в підготовці вчителя фізики, підвищити мотивацію вивчення природничо-математичних і спеціальних дисциплін, сприяє формуванню діалектичного світогляду, розвитку інтегративного мислення, забезпечує професійну спрямованість підготовки вчителя фізики,

дає змогу досягнути сукупного ефекту в підвищенні рівня фундаментальної і професійної підготовки майбутнього вчителя фізики.

7. Окреслено зміст підготовки майбутнього вчителя фізики до реалізації МПЗ у СЗШ як методичну систему, у структурі якої виділяють теоретичний, практичний, психологічний компоненти. Метою цієї системи є формування в учнів природничо-наукового світогляду, міжпредметних знань і вмінь, комплексного застосовування їх у процесі розв'язання певних проблем, розвиток наукового кругозору і пізнавальних інтересів. Підтверджено, що використання в процесі підготовки інноваційних технологій навчання забезпечує цілісність знань про МПЗ, розвиток особистості, її індивідуальності, творчої самореалізації.

8. Дослідження виявило, що запропонована методика впровадження МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у навчальний процес педагогічного ВНЗ підвищує рівень фундаментальної та професійної підготовки майбутнього вчителя фізики. Опрацьованою методикою передбачено: обґрунтування принципів і методів відбору навчального матеріалу міжпредметного змісту з таких дисциплін, як загальна фізика, математика, електротехніка, радіоелектроніка, методика навчання фізики; вибір методів реалізації МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін; підготовку дидактичного забезпечення реалізації МПЗ; обґрунтування потреб і доцільності спеціальної підготовки студентів до діяльності з реалізації МПЗ у професійній підготовці.

9. На основі визначених показників і критеріїв уточнено рівні сформованості міжпредметних знань і узагальнених експериментальних умінь, що дало змогу оцінити ефективність використання МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики.

10. Доведено, що впровадження МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовку вчителя фізики зумовлене наступним:

- структурно-тематичний і логіко-понятійний аналіз програм природничо-математичних і спеціальних дисциплін дозволяє скоординувати послідовність вивчення змістових модулів навчальних дисциплін, виділити систему міжпредметних знань і вмінь, які становлять обов'язкову передумову цілісної ноосферної структури навчання;

- МПЗ ліквідують дублювання навчального матеріалу;

- МПЗ забезпечують наступність у формуванні понять, законів, теорій; у вивченні фізичних явищ; у використанні теоретичних і експериментальних методів, цим посилюється інформаційна ємність, сутність, міцність знань;

- впровадження комплексних форм навчальних занять (міжпредметних семінарів, лекцій, практичних занять) дозволяє проводити систематизацію й узагальнення знань, добутих у процесі вивчення окремих навчальних дисциплін;

- МПЗ мотивують студентів до навчання, системного бачення майбутньої професійної діяльності;

- МПЗ забезпечують єдність особистості, свідомості та діяльності;

- МПЗ орієнтують на використання проблемно-пошукових, евристичних, дослідницьких методів навчання, що сприяє розвитку мислення студентів;

- МПЗ націлюють на використання інноваційних технологій навчання.

Результати експерименту дають підстави констатувати, що використання МПЗ у навчально-виховному процесі вищої школи формує в майбутніх учителів фізики не тільки предметні знання, вміння, а й міжпредметні знання, вміння й методи наукового пізнання, що дозволить використовувати можливості кожної з навчальних дисциплін у пізнавальній діяльності.

Проведеним дослідженням окреслено подальші проблеми підготовки майбутнього вчителя в процесі реалізації МПЗ природничо-математичних і

спеціальних дисциплін. Серед них ми виділяємо такі: використання комп'ютерних і модульних технологій; реалізація МПЗ природничо-математичних і спеціальних дисциплін у системі неперервної освіти; підготовка дидактичних матеріалів міжпредметного змісту для реалізації цілей профільного навчання у СЗШ; вдосконалення чинних навчальних програм підготовки вчителя фізики з урахуванням МПЗ дисциплін різних циклів підготовки; підготовка методичних рекомендацій, навчальних посібників з проблеми МПЗ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абдуллина О.А. Общепедагогическая подготовка учителя в системе высшего педагогического образования: Учеб. пособие. Для пед. спец. высш. учеб. заведений. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1990. – 141с.
2. Абрамчук В.С., Туржанська О.С. Шляхи реалізації міжпредметних зв'язків при підготовці майбутніх вчителів фізики і математики // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Зб. наук. пр. – Вип.2. У 2-х част. – Ч.2. – Київ – Вінниця: ДОВ Вінниця, 2002. – С.240-244.
3. Александров М.Г., Головіна Г.М. Використання методу інтеграції для удосконалення лабораторних робіт з ядерної фізики // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім.Т.Г. Шевченка. – Вип. 9. Серія: педагогічні науки: Збірник. – Чернігів: ЧДПУ, 2001. - №9. – С.57-58.
4. Алексюк А.М. Педагогіка вищої освіти України. Історія. Теорія: Підручник. – К.: Либідь, 1998. – 560с.
5. Ананьев Б.Г. Избранные психологические труды: В 2-х томах.–М., 1980.
6. Архангельский С.И. Лекции по теории обучения в высшей школе. М.: Высшая школа. – 1974. – С.384.
7. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерности, основы и методы. – М.: Высшая школа, 1980. – 368с.
8. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В. Основи особистісно-орієнтованої технології формування фахових якостей майбутнього учителя фізики // Матеріали ІХ Всеукраїнської наукової конференції „Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики”. – К.: НПУ, 2002. – С.31.
9. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В. Формування експериментаторських професійних якостей учителя фізики засобами цілеорієнтувань // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім.Т.Г.Шевченка. – Вип. 30. Серія: педагогічні науки: Збірник. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. - №30. – С.6-10.
10. Атутов П.Р. Політехнічний принцип у навчанні школярів. – К.: Рад.школа, 1982. – 175с.
11. Афанасьев В.Г. Системность и общество. – М.: Политиздат, 1980 – 368с.
12. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения: Общедидактический аспект / АПН СССР. Труды. – М.: Педагогика, 1977. – 251с.
13. Бабанский Ю.К., Зазвязинский В.И. Методология и методика педагогических исследований. – Тюмень: Изд. Тюменского университета, 1976. – 185с.

14. Балл Г.О. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект. – М.: Педагогика, 1990. – 183с.
15. Барбина Е.С., Семиченко В.А. Идеи интеграции, системности и целостности в теории и практике высшей школы. – К.: ИППО АПН Украины, 1996. – 420с.
16. Батышев С.Я. Подготовка рабочих в средних профессионально-технических училищах. – М.: Педагогика, 1988. – 173с.
17. Беяева А.П. Интегративно-модульная педагогическая система профессионального образования. – СПб: Радам, 1997. – 226с.
18. Берулава Г.А. Возможности обучения в формировании теоретического естественнонаучного мышления // Методы научного познания по физике: Монография / под ред.Петрова А.В. – ПАНИ, 2002. – С.187-196.
19. Берулава М.Н. Интеграция содержания образования. – М.: Педагогика, 1993. – 172с.
20. Берулава М.Н. Теория и методика интеграции естественно-научных и профессионально-технических дисциплин в профтехучилищах. – Челябинск, 1986. – 40с.
21. Беспалько В.П., Татур Ю.Г. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов: Учебно-методическое пособие. – М.: Высшая школа, 1989. – 144с.
22. Биков В.Ю., Осіпа Р.А. Впровадження інформаційних технологій в навчальний процес школи // Нові технології навчання: Наук.-метод. зб. Вип.13 – К.: ГСДО, 1995. – С.154-158.
23. Билюк А.В. Дидактические пути осуществления внутрикурсовых, межкурсовых и межпредметных связей в процессе обучения. – Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – К., 1978. – 25с.
24. Білецька Г.А. Педагогічні умови інтеграції фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці екологів. – Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – В., 2004. – 20с.
25. Блауберг И.В., Юдин Е.Г. Становление и сущность системного подхода. – М.: Наука, 1973. – 270с.
26. Богданова І.М. Технології в освіті: теоретико-методологічний аспект. Монографія. – Одеса: „ТЕС”, 1999. – 146с.
27. Бойко А.М., Пашенко В.О. Єдність теорії і практики у формуванні особистості вчителя: цілісний підхід // Вища і середня педагогічна освіта. Наук.-метод. збірник. – 1993. – Вип. 16. – С.4-12.

28. Бондаренко Т. Міжпредметні зв'язки на уроках фізики // Проф.-техн. освіта. – 2004. - №4. – С.19-20.
29. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы: М.: Просвещение, 1981. – 288с.
30. Бурилова С.Ю. Межпредметные связи циркулирующего характера // Университетское образование: Тез. докл. Четвертая Междунар. научно-метод. конф. – Пенза: Пенз. гос. ун-т, 2000. – Ч. 2. – С. 75-76.
31. Бушок Г.Ф., Колупаев Б.С. Науково-методичні основи викладання загальної фізики. – Рівне: Діва, 1999. – 410с.
32. Вартабедян В.А. Загальна електротехніка. – К.: Вища школа. Головне видавництво, 1986. – 358с.
33. Васильев Ю.К. Политехническая подготовка учителя средней школы. – М.: Педагогика, 1978. – 175с.
34. Величко С., Гайдук С. Основні напрями розвитку навчального процесу в сучасних умовах реформування фізичної освіти // Наукові записки. – Вип. 46. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2002. – С.5-10.
35. Величко С.П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики. – Кіровоград, 1998. – 303с.
36. Вернадский В.И. Научная мысль как планетарное явление. – М.: Наука, 1991. – 271с.
37. Вертелева О.В., Самусенко П.Ф. Про сучасну математичну підготовку спеціалістів фізико-технічного профілю // Матеріали ІХ Всеукраїнської наукової конференції „Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики”. – К.: НПУ, 2002. – С.50.
38. Вища освіта України і Болонський процес: Навчальний посібник / За ред. В.Г. Кременя. Авторський колектив: М.Ф. Степко, Я.Я. Болюбаш, В.Д. Шинкарук, В.В. Грубінко, І.І. Бабин. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2004. – 384с.
39. Возна М., Гром'як М. Співпраця та інтеграція у природничо-математичному циклі // Фізика та астрономія в школі. – 2003. - №2. – С.16-19.
40. Воловик П.М. Теорія імовірностей і математична статистика в педагогіці. – К.: Радянська школа, 1969. – 220с.
41. Воловик П.М. Фізика: Для ун-тів. – К., Ірпінь: Перун, 2005. – 864с.
42. Володарский В.Е., Янцен В.Н. Задачи и вопросы по физике с межпредметным содержанием // Физика в школе. – 1984.- №2. – С.80-82.

43. Вороніна Л.П., Корсакова О.К. Дидактичні підходи до конструювання різнорівневих програм в основній школі // Педагогіка: Наук.-метод. зб. – К.: Освіта, 1993. – Вип. 32. – С.34-39.
44. Выготский Л.С. Педагогическая психология / Под ред. В.В.Давыдова. –М.: Педагогика, 1991. – 480с.
45. Гальперин П.Я. Введение в психологию. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 158с.
46. Гальперин П.Я. Формирование знаний и умений на основе теории поэтапного усвоения умственных действий. – М.: Изд-во МГУ, 1968. – 135с.
47. Гончаренко С.У. Гуманізація освіти як основний критерій розробки засобів реалізації сучасних технологій навчання // Наукові записки. – Серія: педагогічні науки. – Вип. 34. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2001. – С.3-6.
48. Гончаренко С.У. Інтеграція наукових знань і проблема змісту освіти // Пост-методика. – 1994. - №2(6). – С.2-3.
49. Гончаренко С.У. Методика як наука. – Хмельницький.: Вид-во ХГПК, 2000. – 30с.
50. Гончаренко С.У. Принцип фундаменталізації освіти // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: Зб. наук. праць / За ред. Л.Л. Товажнянського та О.Г. Романовського – Вип. 5 (9). – Харків: НТУ „ХПІ”, 2004. – С.74-78.
51. Гончаренко С.У., Собко Я.М. Дидактичні основи інтегрованих курсів за структурою „загальноосвітний предмет” у ПТУ // Педагогіка і психологія. – 1997. - №4. – С.57-67.
52. Горбань М. Систематизація знань учнів на основі міжпредметних зв'язків // Фізика та астрономія в школі. – 1999. - №2. – С.21-22.
53. Горбачук І.Т. та ін. Симетрія і закони збереження. Ч.І. – К.: НПУ. – 1997. – 140с.
54. Горбачук І.Т., Коцюба Р.М., Сергієнко В.П. Методи і засоби реалізації системно-діяльнісного підходу в лабораторному практикуму з курсу загальної фізики // Діяльнісний підхід у навчально-пошуковому процесі з фізики і математики: Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. – Рівне: РДПІ, 1996. – Ч.І: Фізика. – С.204-205.
55. Готт В.С. Философские вопросы современной физики. – М.: Высш. школа, 1972. – 416с.
56. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях: Непараметрические методы. – М.: Просвещение, 1977. – 136с.
57. Грищенко Г.П., Андронов В.М., Шут М.І. та ін. Галузеві стандарти вищої освіти. Напрямок підготовки 0101. Педагогічна освіта. Спеціальність 6070100 Педагогіка і методика

середньої освіти. Освітньо кваліфікаційна характеристика бакалавра. Програма підготовки бакалавра. – К., 2003. – 74с.

58. Гуз К.Ж. Державний стандарт природничо-наукової освіти з огляду на її цілісність // Педагогіка і психологія. – 2000. - №3(28). – С.29-36.

59. Гуревич Р., Коломієць А. Роль інтеграції навчальних знань у гуманізації технічної освіти // Неперервна професійна освіта: Теорія і практика / Науково-методичний журнал. – 2002. – Вип. 3(7). – С.45-54.

60. Гуревич Р.С. Теоретичні та методичні основи організації навчання у професійно-технічних закладах. [Монографія] / За ред. С.У.Гончаренка. – К.: Вища школа, 1998. – 229с.

61. Гуревич Р.С., Кадемія М.Ю. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі та наукових дослідженнях: навчальний посібник для студентів педагогічних ВНЗ і слухачів інститутів післядипломної педагогічної освіти. – Вінниця: ООО „Планер”, 2005 – 366с.

62. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. – М.: ИНТОР, 1996. – 544с.

63. Данилюк А.Я. Метаморфозы и перспективы интеграции в образовании // Педагогика. – 1998. - №2. – С.8-12.

64. Девис Пол. Суперсила: Поиски единой теории природы: Пер. с англ. / Под ред. и с предисл. Е.М. Лейкина. – М.: Мир, 1989. – 272с.

65. Державна національна програма: Освіта. Україна ХХІ століття. – К.: Райдуга, 1994. – 49с.

66. Державна програма „Вчитель”, К.: – 2002. - 30с.

67. Державний стандар базової і повної середньої освіти // Освіта України, 20 січня 2004. - №5(500). – С.1-12.

68. Дидактика современной школы / Под ред. В.А. Онищука. –К.: Рад. школа, 1987. –356с.

69. Донченко Н.Т. Осуществление взаимосвязи в обучении физике и математике в средней школе (8-10 кл.): Дис. ... канд.пед.наук. – Киев, 1983.

70. Дубинчук О.С. Дидактичні основи профілювання природничо-наукової підготовки учнів професійно-технічних училищ // Педагогіка: Наук.-метод.зб. – К.: Освіта, 1993. – С.39-46.

71. Думченко Н.И. Дидактические проблемы межпредметных связей в системе профтехобразования. – М.: Высшая школа, 1980. – 196с.

72. Елисеев А.Ф. Межпредметные связи между образовательными и специальными предметами. – Киев: Высшая школа, 1978. – 95с.

73. Еремкин А.И. Система межпредметных связей в высшей школе. – Харьков: Вища школа, 1984. – 152с.
74. Єфремова О.І. Міжпредметні зв'язки фізики і математики у 9-11 класах середньої загальноосвітньої школи: Автореф. дис. ... канд.пед.наук: 13.00.02. – К., 2001. – 20с.
75. Жалдак М.И. Система подготовки учителя к использованию информационной технологии в учебном процессе: Автореф. докт. дис.: 13.00.02. – М.: - 1989. – 42с.
76. Жук Ю. Використання засобів НІТ у лабораторному практикуму з фізики // Фізика та астрономія в школі. - №3. – 2000. – С.35-38.
77. Журавлев И.К., Зорина Л.Я. Дидактическая модель учебного предмета // Новые исследования в пед. науках. – 1979. - №1(33). – С.18-23.
78. Заболотний В.Ф. Використання засобів мультимедіа на лекціях з методики навчання фізики // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: Методологія, теорія, досвід, проблеми. Зб.наук. праць. - Вип. 7. – Київ – Вінниця: ТОВ фірма „Планер”, 2005. – С.281-285.
79. Заболотний В.Ф., Сільвейстер А.М., Рибак С.М., Дідовик М.В. Методичні рекомендації до педагогічної практики з фізики. – Вінниця: ВДПУ, 2005. – 143с.
80. Загальна фізика. Програма навчальної дисципліни для студентів вищих педагогічних закладів освіти / автори-укладачі: М.І.Шут, І.Т.Горбачук, В.П. Сергієчко. – К.: НПУ, 2005. – 48с.
81. Загальний курс фізики. Збірник задач / За заг. ред. проф. І.П.Гаркуші. – К.: Техніка, 2003. – 560с.
82. Загальний курс фізики: Навчальний посібник для студентів вищих технічних і педагогічних закладів освіти / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П.Луцик; За ред. І.М. Кучерука. У 3-х т. – Т.2: Електрика і магнетизм. – К.: Техніка, 1999.
83. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Изд.центр «Академия», 2003. – 192с.
84. Зверев И.Д. Взаимная связь учебных предметов. – М.: Знание, 1977. – 64с.
85. Зверев И.Д., Максимова В.Н. МПС в современной школе. – М.: Педагогика. - 1981. – 160с.
86. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. – М.: Педагогіка, 1978. - 128с.
87. Зорина Л.Я. О межпредметных связях, имеющих мировоззренческое значение. – В кн.: Межпредметные связи в процессе преподавания основ наук в средней школе. – М.: 1973. – с.42-43.

88. Зязюн І.А. Педагогічна майстерність як мистецька дія: Посібник для вчителів. Книжка в журналі // Рідна школа. – 1995. - №7-8.
89. Ильченко В.Р. Обобщение и межпредметные связи // Сов. педагогика. – 1986. - №10. – С.28-31.
90. Ильченко В.Р. Формирование естественнонаучного миропонимания школьников. – М.: Просвещение, 1993. – 30с.
91. Іваницький О.І., Сосницька Н.Л., Ткаченко С.П. Науково-методичні особливості підготовки вчителя фізики до застосування інформаційно-комунікативних технологій навчання // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г.Шевченка. Вип. 30. Серія: педагогічні науки: Збірник. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. - №30. – 250с.
92. Ілляшенко В.Я. Удосконалення професійної підготовки вчителя фізики // Матеріали VII Всеукраїнської наукової конференції „Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики”. – К.: НПУ, 2002. – С.36.
93. Ильченко В.Р. Навчальна технологія інтеграції змісту природничо-наукової освіти: досвід комплексного дослідження // Педагогіка і психологія. – 1995. - №4. – С.3-11.
94. Кабанова-Меллер Е.Н. Формирование приемов умственной деятельности и умственное развитие учащихся. – М.: Просвещение, 1968. – 288с.
95. Каменский Я.А. Избранные педагогические сочинения. Т.2. – М.: Педагогика. 1982. – 576с.
96. Касперский А.В. Система формування знань з радіоелектроніки у середній та вищій педагогічній школах. – К.: НПУ, 2002. – 325с.
97. Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. – М.: Наука, 1967. – 436с.
98. Кедров Б.М. Педагогическая интеграция: вопросы истории и современные подходы. – М.: Знание, 1996. – 742с.
99. Келбакиани В.Н. О методических основах межпредметных связей в обучении математики и подготовке учителей к их реализации // Новые исследования в педагогических науках. – 1998. - №2. – С.64-67.
100. Кикец Г.Ю. Проблемы интеграции обществознания и естествознания. – К.: «Вища школа», 1978. – 176с.
101. Кміт Я., Ємчик Л. До питання про інтеграцію знань і вмінь з природничих дисциплін // Педагогіка і психологія професійної освіти. – Львів. - №2 березень-травень. – 1999. – С.16-23.

102. Ковальчук Л. Умови впровадження педагогічної технології реалізації МПЗ у навчальний процес // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2002. - №6. – С.52-60.
103. Кожекина Т.Е., Никифоров Г.Г. Пути реализации связи с математикой в преподавании физики // Физика в школе. – 1982. - №3. – С.38-41.
104. Козеренко С.І. Підготовка учителів фізики до навчання основам радіоелектроніки в школі. Дис. ...канд.пед.наук: 13.00.02 / Укр. держ. пед. ун-т. – К., 1995. – 150с.
105. Козловська І.М. Теоретико-методологічні аспекти інтеграції знань учнів професійно-технічної школи: дидактичні основи. Монографія / За ред. С.У.Гончаренка. – Львів: Світ, 1999. – 302с.
106. Козловська І. Проблема структурування знань у контексті формування інтегративних дидактичних систем // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 1999. - №2 (березень-травень). – С.24-28.
107. Козловська І.М., Литвин А., Концептуальні основи інтеграції та наступності навчання у професійно-технічній освіті // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2003. - №3. – С.20-29.
108. Колмагоров А.Н. Математика – наука и профессия. – М.: Изд-во МГУ 1960. – 224с.
109. Коломієць А., Коломієць Д. Міжпредметні зв'язки у контексті проблеми інтеграції // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 1999. - №2 (березень-травень). – С.61-66.
110. Коломієць А.М. Проблема розвитку природничо-математичної культури майбутнього вчителя // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: Методологія, теорія, досвід, проблеми. Зб.наук. праць - Вип.7. – Київ – Вінниця: ТОВ фірма „Планер”, 2005. – С.340-346.
111. Коломієць А.М., Рибак С.М. Комп'ютер як інструмент інтеграції знань студентів / Зб.наук. праць Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. – К.: Логос, 2002. - Том XXXV. – С.84-93.
112. Коломієць Д.І. Інтеграція знань з природничо-математичних і спеціальних дисциплін у професійній підготовці учителя трудового навчання: Дис...канд.пед.наук: 13.00.04. – Вінниця, 2000. – 219с.
113. Коршак Є., Шатковська Г. Значення інтеграції знань у підготовці фахівця // Фізика та астрономія в школі. – 2002. - №1. – С.20-25.

114. Костюк Г.С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості. – К., 1989. – С.318-319.
115. Круць О.П., Медвецький С.В., Сергієнко В.П. Використання нових інформаційних технологій у лабораторному практикумі з фізики //Студентські фізико-математичні етюди. – К.: НПУ, 2000. - №2. – С.89-92.
116. Кудрявцев Л.Д. Современная математика и ее преподавание. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 144с.
117. Кузнецов И.В. Избранные труды по методологии физики. - М.: Наука, 1975. – 296с.
118. Кулагин П.Г. Межпредметные связи в процессе обучения. – М.: Просвещение, 1982. – 96с.
119. Кульчицький О. Інтегративний зв'язок психічних функцій та явищ //Основи філософії та філософських наук. – Мюнхен: Львів, 1995 – С.75-89.
120. Куриленко С.П. Роль і місце інтегрованих курсів у професійній підготовці вчителя фізики // Наукові записки: Зб. наук. статей Національного педагогічного університету ім.М.П.Драгоманова. – К.: НПУ, 2003. – Вип.ЛІІІ. – С.166-171.
121. Кустов Ю.Н. Преимущество в системе подготовки технических специалистов. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1982. –274с.
122. Кыверялг А.А. Методы исследований в профессиональной педагогике. Талин: ВАЛГУС, 1980. – 380с.
123. Ланге В.Н. Физические парадоксы и софизмы. – М.: Просвещение, 1978. – 176с.
124. Левина М.М. Межпредметные связи как дидактическое условие формирования у учащихся научных понятий и знаний о методах //Межпредметные связи в процессе преподавания основ наук в средней школе. – М., 1973. – 60с.
125. Леонтьев А.Н. Деятельность, сознание, личность. – М., 1975.
126. Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения: В 2-х томах. Т.ІІ. – М.: Педагогика, 1983. – 320с.
127. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. – М.: Педагогика, 1981.
128. Лернер И.Я. Процесс обучения и его закономерности. – М., 1980.
129. Литвин А. Реалізація принципів навчання у системі ступеневої професійної освіти // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2000. - №1. – С.145-152.
130. Лозовецька В. Інтеграція професійних знань у процесі навчання студентів // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2000. - №1. – С.115-120.

131. Ломаєва Т.В., Шаповалова Н.В. Про математичну підготовку фахівців з фізики у педагогічних університетах // Матеріали VII Всеукраїнської наукової конференції „Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики”. – К.: НПУ, 2002. – С.48.
132. Лошкарёва Н.А. Место межпредметных связей в системе дидактических принципов советской педагогики. В кн. Межпредметные связи в процессе преподавания основ наук в средней школе. – М.: 1973. – Ч.1. – С. 35-39.
133. Ляшенко О.І. Трансформація наукової системи знання в навчальну //Наук.-метод. зб. – Вип.3. – К.: ІСДО, 1995. – С.71-74.
134. Максимова В.Н. Интегративная функция МПС в системе непрерывного инженерно-педагогического образования // Интеграция и межпредметные связи в системе непрерывно профессионального образования: Тез. докл. Межвуз. конф. – Л.: ВИПК РР «СПТО», 1990. – с.3-7.
135. Максимова В.Н. Межпредметные связи как педагогическая проблема // Советская педагогика. – 1981. - №8. – С.78-84.
136. Материалистическая диалектика и структура естественнонаучного знания /Н.П. Депенчук и др. - К.: Наук. думка, 1980. - 354с.
137. Махмутов М.И. Взаимосвязь общего и профессионального образования // Сов.педагогика. – 1986. - №6. – С.34-36.
138. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения. – М., 1988. – 192с.
139. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. – М.: Просвещение, 1989. – 192с.
140. Межпредметные связи в учебно-познавательной деятельности учащихся / Под ред. Н.А. Сорокина. – Тула, 1983. – 105с.
141. Межпредметные связи естественно-математических дисциплин. Пособие для учителей. Сб. статей / Под ред. В.Н. Федоровой. – М.: Просвещение, 1980. – 206с.
142. Межпредметные связи курса физики в средней школе / Ю.И.Дик, И.К.Турышев, Ю.И. Лукьянов и др., Под ред. Ю.И. Дика, И.К. Турышева. – М.: Просвещение, 1987. – 191с.
143. Межпредметные связи как необходимое условие повышения качества подготовки учителя физики в педагогическом вузе // Межвузовский сборник научных трудов. – Челябинск, 1981. – 159с.
144. Міжпредметні зв'язки під час вивчення фізики в середній школі / Під ред. О.В. Сергєєва. – К., 1979. – 257с.
145. Монахов В.М. Проектирование и внедрение новых технологий обучения // Педагогика. – 1990. - №7. – С.17-22.

146. Національна доктрина розвитку освіти України // Освіта України, 23 квітня 2002. - №33. - С.4-6.
147. Нечет В.И. Проблеми фундаменталізації змісту предметної та методичної підготовки майбутніх учителів фізики // Наукові записки: Зб. наук. статей Національного педагогічного університету ім.М.П.Драгоманова. – К.: НПУ, 2003. – Вип. LIII(53). – С.242-250.
148. Нечет В.І. Принцип професійної спрямованості навчання в системі принципів дидактики фізики вищої педагогічної школи // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім.Т.Г.Шевченка. Вип. 30. Серія: пед.науки: Збірник. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. - №30. – С.162-166.
149. Ничкало Н.Г. Педагогіка вищої школи крок у майбутнє // Сучасна вища школа: Психолого-педагогічний аспект / За ред.акад. АПН України Н.Г.Ничкало. – К., 1999.
150. Освітні технології: Навч.–метод.посіб. / О.М.Пехота, А.З.Кіктенко, О.М.Любарська та ін.: За заг. ред. О.М.Пехоти. – К.: А.С.К., 2001. – 256с.
151. Островерхова Н.М. Аналіз уроку: концепції, методики, технології. – Київ: Фірма „ІНКОС”, 2003. – 352с.
152. Пастушенко С.М. Міжпредметні зв'язки курсу фізики з мікроелектронікою // Вісник Чернівецького державного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. Вип. 30. Серія: Педагогічні науки: Збірник. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. - №30. – С.178-183.
153. Педагогика и психология высшей школы: Серия «Учебники, учебные пособия». Ростов-на-Дону: «Феникс», 1998. – С.13.
154. Педагогічна технологія модульного навчання професії. Монографія / Нікуліна А.С., Максименко Ю.Б., Матвеев Г.П., Шацький Р.М.: За ред. Нікуліної А.С. – Донецьк: Донецький інститут післядипломної освіти інженерно-педагогічних працівників, 2001 - 345с.
155. Петрова И.И. Педагогические основы межпредметных связей. – М.: Высшая школа, 1985. – 79с.
156. Петров А.В, Гурьев А.И. Межпредметные связи как основа формирования интегративного стиля мышления // Методы научного познания в обучении физике: Монография / Под ред. Петрова А.В. – ПАНИ, 2002. – С.202-211.
157. Пинский А.А., Тхамофокова С.Т. Межпредметные связи физики и математики // Межпредметные связи естественно-математических дисциплин. Пособие для учителей: Сб.статей / Под ред. В.Н. Федоровой – М.: Просвещение, 1980. – С.54-83.
158. Програми для фізико-математичних факультетів педагогічних інститутів: Зб.№2 / Кол.авт.: За заг.ред. М.І.Шкіля та Г.П.Грішенка. – К., 1992. – 144с.

159. Рибак С.М. Інтегративний підхід до вивчення правил техніки безпеки у процесі підготовки майбутнього вчителя фізики // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Вип. 42. - Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2002. – С.195-198.

160. Рибак С.М. Інтегративний підхід до проведення лабораторних занять у процесі підготовки вчителя фізики // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Зб. наук. – Вип. 6. – Київ – Вінниця: ДОВ Вінниця, 2004. – С.540-544.

161. Рибак С.М. Інтеграція знань студентів у процесі розв’язування міжпредметних задач // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Зб. наук. пр. – Вип. 7. – Київ – Вінниця: ТОВ фірма „Планер”, 2005. – С.444-449.

162. Рибак С.М. Міжпредметні зв’язки в процесі підготовки вчителя фізики // Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць. Вип. 18. Серія: Педагогіка та психологія. – Чернівці: Рута, 2003. – С.154-160.

163. Рибак С.М. Міжпредметні зв’язки фізики і математики в процесі підготовки вчителя фізики // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. Вип. 30. Серія: Педагогічні науки: Збірник. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. - №30. – С.196-201.

164. Рибак С.М. Міжпредметні зв’язки як перший ступінь інтеграції навчальних дисциплін у підготовці вчителя фізики // Наукові записки Тернопільського державного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка. – 2002. – С.154-160.

165. Рибак С.М. Особливості методики використання елементів винахідництва та експертизи наукового-технічних проєктів під час вивчення фізики // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Зб. наук. пр. – Вип. 2. У 2-х част. – Ч.2. – Київ – Вінниця: ДОВ Вінниця, 2002. – С.373-376.

166. Рибак С.М., Сумський В.І., Коношевський Л.Л., Фертюк О.І., Сільвейстр А.М. Спеціальні лабораторні роботи і ЕОМ – шлях до активізації навчального процесу // Мат. наук.-практ. семінару “Створення і використання електронних приладів в лабораторному практикуму та лекційному експерименті з електрики і магнетизму” - Житомир: ЖДПІ, 1994.

167. Розв’язування задач з фізики: питання теорії і методики // У.Гончаренко, Є.В. Коршак, А.І. Павленко, О.В. Сергєєв, В.І. Баштовий, Н.М. Коршак / За заг. ред Є.В. Коршака. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004. – 185с.

168. Рубинштейн Д.Х. Роль межпредметных связей в формировании у учащихся фундаментальных естественнонаучных понятий // Совершенствование процесса обучения в средней школе. – Челябинск, 1976. – С.65-70.
169. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. – М.: Изд-во АН СССР. – 1959. – 147с.
170. Рудницька Ж.О. Формування і розвиток креативних умінь студентів у процесі виконання лабораторних робіт з курсу фізики // Наукові записки: Зб.наук.статей Національного педагогічного університету ім. М.П.Драгоманова. – К.: НПУ, 2003. – Вип. LIII. – С.289-295.
171. Самарин Ю.А. Очерки психологии ума. Особенности умственной деятельности школьников. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1962. – 504С.
172. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Интегративная функция обучения основам наук // Специалист. – 1995. - №5-6. – С.36-37.
173. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Развитие дидактики физики как интеграционный процесс // Среднее профессиональное образование. – 1998. - №11-12. – С.39-45.
174. Сергеев О., Шаповалова Л. Інформаційна модель інтеграції наукових знань // Педагогіка і психологія професійної освіти. – Львів. - №2 (березень-травень). – 1999. – С.12-16.
175. Сергієнко В.П. Інтеграція фундаментальності та професійної спрямованості курсу загальної фізики у підготовці сучасного вчителя: Монографія. – К.: НПУ, 2004. – 382с.
176. Сергієнко В.П., Шут М.І. Проблеми вивчення загальної фізики в системі професійної підготовки вчителя // VII Всеукраїнська наукова конференція „Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики” / Матеріали конф. – К.: НПУ, 2002. – С.27.
177. Сисоев В.М. Основы радиоэлектроники: Підручник. – К.: Вища школа, 2004. – С.264.
178. Сисоев В.М., Чернявський В.П. Радіотехніка з елементами обчислювальної техніки: Практикум / Под ред. В.П.Чернявського. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1986. – 184с.
179. Сисоева С.О. Педагогічні технології: структурно-функціональний аналіз // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Зб. наук. пр. – Ч.1. – Київ – Вінниця: ДОВ Вінниця, 2002. – С.86-91.
180. Скаткин М.Н. Методология и методика педагогических исследований. – М.: Педагогика, 1986. – 152с.

181. Слостёнин В.А., Подымова Л.С. Педагогика: инновационная деятельность. – М.: Магистр, 1977. – С.106.
182. Слєпкань З. Психолого-педагогічні та методичні основи розвивального навчання математики. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2004. – 240с.
183. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа. – М.: Педагогика 1974. –192с.
184. Спиркин А.Г., Тюхтин В.С. О взаимосвязи наук в современном естествознании // Синтез современного научного знания. – М., Наука, 1973. – С.60-73.
185. Сташкевич О.М., Касперський А.В., Козеренко С.І. Професійна спрямованість і міжпредметні зв'язки курсу радіоелектроніки в педагогічних вузах // Науковий вісник Миколаївського державного пед.університету. – Миколаїв.: МДПУ, 1999. – Вип.1. – С.27-30.
186. Степанюк А.В., Гадюк Т.В. Інтеграція природничих дисциплін у школі // Педагогіка і психологія. – 1996. - №1. – С.18-24.
187. Стоунс Э. Психодидактика. Психическая теория и практика обучения; Пер. с англ. / Под ред. Н.Ф. Талызиной. – М.: Педагогика, 1984. – 472с.
188. Скубій Т.Л., Сергієнко В.П. Реалізація міжпредметних зв'язків фізики і математики у вищих технічних навчальних закладах // Наукові записки. Серія: Педагогічні, історичні та фізико-математичні науки. – К.: НПУ, 2003. – Вип.. 49. – С.23-28.
189. Сысоев В. Типология связей и её реализация // Alma mater. – 1991. - №2. – С.44-46.
190. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний: Психологические основы. – 2-е изд. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 347с.
191. Тевлін Б. Математика на уроках фізики // Фізика та астрономія в школі. – 1999. - №4. – С.18-23.
192. Тройницька С. Підготовка майбутніх учителів-предметників до здійснення інтеграції навчальних знань // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2002. - №4. – С.153-158.
193. Урсул А.Д., Семенюк Е.П., Мельник В.П. Технические науки и интегративные процессы. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 256с.
194. Усова А.В. Межпредметные связи как необходимое дидактическое условие повышения научного уровня преподавания основ наук в школе //Межпредметные связи в преподавании основ наук в школе. – Челябинск, 1973. – Вип. 1. – С.23-38.

195. Усова А.В. Дидактические основы формирования у студентов обобщенных умений и навыков // Совершенствование педагогической работы в вузе. – Челябинск: Челябинский политехнический институт, 1979.
196. Ушинский К.Д. Педагогические сочинения. Т.2. – М.: Педагогика, 1988. – 510с.
197. Федорова В.Н., Кирюшкин Д.М. Межпредметные связи на материале естественно-научных дисциплин средней школы. – М.: Педагогика, 1972. – 152с.
198. Філер З. Фізика на заняттях з математики у педагогічному вищому навчальному закладі // Наукові записки. – Вип. 46. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім.В.Винниченка. – 2002. – С.187-191.
199. Фіцула М.М. Педагогіка: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. – К.: Видавничий центр „Академія”, 2002. – 528с.
200. Фуре Ж. Проект «Наука – техника – общество» (НТО) и преподавание научных дисциплин // Перспективы. – 1995. – ТХХV. - №1. – С. 27-41.
201. Чебышев Н., Каган В. Высшая школа XXI века: проблема качества //Высшее образование в России. – 2000. - №1. – С.19-26.
202. Чепиков М.Г. Интеграция науки. (Философский очерк) – М.: Мысль, 1975 – 246с.
203. Чернилевський Д.В., Филатов О.К. Технология обучения в высшей школе. Учебное издание / Под ред. Д.В.Чернилевского. – М.: „Экспедитор”, 1996.- 288с.
204. Шаповалова Л.А. Методика розв’язування задач міжпредметного змісту в процесі навчання фізики в загальноосвітній школі: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: К., 2002. – 20с.
205. Швець В., Бойко Л. Міжпредметні зв’язки математики і фізики: стан, проблеми, перспективи // Фізика та астрономія в школі. – 2002. - №6. – С.21-25.
206. Шкіль М.І. Математичний аналіз. У 2-х частинах. – К.: Вища школа, 1981. – 456с.
207. Эльконин Д.Б. Изб. психол. Труды / Под ред. В.В. Давыдова, В.П. Зинченко: АПН СССР. –М.: Педагогика, 1989. – 554с.
208. Явоненко О.Ф., Савченко В.Ф. Комплексний підхід до розв’язування проблем фахової підготовки студента педвузу // Педагогіка і психологія. – 1996. - №4. – С. 167-173.
209. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. – М., 1996. – 182с.
210. Яковлев И.П. Интеграционные процессы в высшей школе. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – 155с.

211. Янцен В.Н. Задачи по физике с позиции межпредметных связей //Физика в школе. – 2002. - №4. – С.18-22. – С.19.
212. Янцен В.Н. Значение спецкурсов и спецсеминаров по методике реализации межпредметных связей в средней школе в общеметодической подготовке студентов физико-математических факультетов // Межвузовский сборник научных трудов. – Челябинск, 1981. – 159с.
213. Яремчук В.Ф., Кравчук Н.С., Рибак С.М. Методичні рекомендації до виконання лабораторного практикуму з курсу „Радіоелектроніка”. - Вінниця: ВДПУ. – 2005. – 60с.
214. Lucas C.H. Schooling and the social order. Englewood cliffs. N.I., 336p.
215. Nash P.A. Humanistic perspective // Theory in to Practice. Vol. 18 Dec. 1989. – P.325-326.
216. Proceedings of International Conference on Science Education. – Nicosia, Cyprus, January, 1999. – P.54.
217. Sawicki M. Integracja wiedzy w nauczaniu przyrodoznawstwa, “Nawa szkola”, №1, 1970.
218. The 8th International Congress on Math // Education (ICME8), July 14-21, 19996 in Seville, Spain.
219. The Assayer”, Discoveries and opinions of Galileo, Doubleday Anchor Books, New York, 1957, p. 237-238.
220. Undergraduate Physics for the New Century; Conference of Physics Department chairs. – American Center of Physics, College Park, MD, April 14-16, 2000.

ДОДАТКИ

Перелік умовних позначень

- ДР – диференціальні рівняння
- ЗДР – загальні диференціальні рівняння
- ЗРЛОДР – загальний розв’язок лінійного однорідного диференціального рівняння
- ЧРЛНДР - частинний розв’язок лінійного неоднорідного диференціального рівняння
- ЗРЛНДР – загальний розв’язок лінійного неоднорідного диференціального рівняння

Додаток А

**Завдання для виявлення рівня сформованості міжпредметних знань
у студентів 1-го курсу**

1. Якої довжини треба взяти нікельований дріт площею поперечного перерізу $0,84\text{мм}^2$, щоб виготовити нагрівник, розрахований на напругу 220В , за допомогою якого можна було б нагріти 2л води від 20°C до температури кипіння за 10хв , ККД нагрівника 80% ?

2. Рух матеріальної точки в даній системі відліку характеризується рівнянням $y=1+2t$, $x=2+t$. Знайти рівняння траєкторії та побудувати її на площині XOY . Вказати положення точки в момент часу $t=0$, напрям і швидкість руху.

3. а) Як залежить будова електронних оболонок атома від положення елемента в періодичній системі елементів Менделєєва.

б) Які фізичні явища спостерігають у процесі малого кругообігу води в природі?

в) Перший закон термодинаміки є фізичним виразом того, що матерія вічна і незнищувана. Поясніть це твердження.

г) Чому гасне електрична дуга в процесі охолодження катоду, а якщо охолоджується анод, то дуга не зникає.

4. Скласти програму мовою Паскаль для обчислення радіуса кола, по якому рухається кулька масою $0,1\text{кг}$ під дією сили F , що перпендикулярна до швидкості руху кульки V .

$F, \text{Н}$	25	2	3,68	90	55,65
$V, \text{м/с}$	6,7	24	1,1	3890	0,1

**Завдання для виявлення рівня сформованості міжпредметних знань
у студентів 2-3 курсів**

1. Джерело струму з е.р.с. ε та внутрішнім опором r замкнено на зовнішній опір R . Склад напруги є функцією $U(R)$. Знайти область визначення і зміни функції.

2. Магнітний потік, що пронизує замкнений металевий контур змінюється за законом $\Phi = \Phi_0 \cos \omega t$. Знайти середнє і миттєве значення е.р.с. індукції, що виникають у контурі.

3. Функціональна залежність струму від напруги вакуумного діода має вигляд $I(U) = bU^{\frac{3}{2}}$. Знайти кутовий коефіцієнт дотичної до кривої $I = f(U)$ в точці, абсциса якої дорівнює 100В. Визначити опір діода в цій точці, якщо $b = 3 \cdot 10^{-4}$, а також одиниці вимірювання коефіцієнта b .

4. Швидкість руху тіла задана рівнянням $s = 20 - 2t$. Побудувати графік руху тіла, переміщення та пройденого шляху.

5. Знайти величину зовнішнього опору R , при якому потужність джерела буде максимальною.

Додаток Б

Анкета

**для студентів 4, 5 курсів після проходження педпрактики
(Обрану відповідь відмітити у відповідному квадраті)**

1. Що таке МПЗ, дайте означення _____

2. Наведіть приклад класифікації МПЗ _____

3. Які основні дидактичні функції МПЗ у навчанні? _____

4. Які основні способи реалізації МПЗ у практиці викладання фізики?

5. За якими критеріями ви будете відбирати матеріал міжпредметного характеру? _____

6. Яка роль задач міжпредметного змісту в реалізації МПЗ між навчальними предметами? _____

7. Назвіть основні структурні компоненти МПЗ _____

8. Дайте характеристику кожному компонентові _____

9. Визначте узагальнені навчально-пізнавальні вміння, які формуються в умовах здійснення МПЗ _____

10. Сформулюйте узагальнені експериментальні вміння, які формуються в умовах здійснення МПЗ _____

11. Яку роль у формуванні понять, вивченні законів і теорій на основі МПЗ відіграють узагальнені плани? _____

12. Наведіть один із узагальнених планів: а) про явище; б) про величину; в) про об'єкт (речовий чи польовий); г) про модель речового об'єкта; д) про технічний прилад.

13. Назвіть основні напрями діяльності вчителів зі здійснення МПЗ

14. Вважаєте Ви за необхідне в процесі викладання фізики встановлювати МПЗ з іншими дисциплінами?

так

ні

15. З якими дисциплінами Ви встановлювали міжпредметні зв'язки під час викладання фізики у СЗШ?

математика

хімія

астрономія

інші предмети (вказіть): _____

16. Ваша оцінка ефективності МПЗ є:

високою

задовільною

низькою

17. Чи маєте Ви достатню методичну підготовку для встановлення і реалізації МПЗ у майбутній роботі?

достатню

недостатню

не повною мірою уявляю, як це реалізувати на практиці

інша думка _____

18. Які додаткові заходи, на Вашу думку, потрібно здійснити, щоб підвищити якість вашої методичної підготовки з реалізації МПЗ у майбутній роботі?

- на лекціях, практичних, лабораторних заняттях викладачам треба частіше давати матеріали міжпредметного характеру;
 - ввести спецкурси міжпредметного змісту;
 - під час самостійної роботи більше уваги звертати на вивчення змісту інших дисциплін;
 - на заняттях з методики викладання фізики більше звертати увагу на форми і методи реалізації МПЗ у навчально-виховному процесі загальноосвітньої школи;
 - інші пропозиції _____
-
-

Додаток В Анкета

для вчителів

1. Стаж роботи:
 - до 5 років; 5-10 років; 10-20 років; >20 років.
 2. Чи актуальна, на Вашу думку, проблема міжпредметних зв'язків (МПЗ) у СЗШ:
 - так; ні.
 3. Чи приділяється належна увага питанням реалізації МПЗ:
 - а) у вищому навчальному закладі? так; ні
 - б) на засіданнях методичних об'єднань? так; ні
 - в) на курсах післядипломної освіти? так; ні
 4. Чи підготовлені Ви до здійснення МПЗ в ЗОСШ? (якщо ні – чому?)
 - так; ні:
 - недостатня теоретична і методична підготовка з використання МПЗ у навчальному процесі;
 - недостатні знання змісту інших предметів.
 5. Чи здійснюєте Ви на уроках фізики (під час педагогічної практики) МПЗ? (якщо так – як часто?)
 - так: ні.
 - постійно (на кожному уроці);
 - епізодично;
 - випадково.
 6. З якими навчальними предметами Ви найбільш часто здійснюєте МПЗ?
 - хімія; біологія; історія;
 - література; інформатика; математика.
 7. Які форми навчально-пізнавальної діяльності, на Вашу думку, найбільш доцільно використовувати для ефективного здійснення МПЗ на заняттях і в позакласній роботі?
 - традиційний урок; міжпредметний урок;
 - інтегративний урок; конференція;
 - семінар; комплексна екскурсія;
 - лекція.
- Які форми позакласної роботи міжпредметного характеру?
- олімпіади; гуртки; конкурси;

вечори; факультативи; предметні декади.

8. Чи користуються учні на Ваших уроках (під час відповідей) раніше отриманими знаннями з інших дисциплін?

так; ні; іноді (епізодично, випадково).

9. Які способи здійснення МПЗ Ви використовуєте?

опора на знання отримані з інших дисциплін у процесі формування нових знань;

використання вмінь учнів, що сформовані під час вивчення інших дисциплін, у процесі виконання практичних робіт, розв'язування задач;

розв'язування задач міжпредметного характеру;

показ зв'язку між явищами, що вивчаються, на уроках з інших предметів;

використання під час пояснення явищ, властивостей тіла, законів, теорій, які вивчалися на уроках з інших предметів;

домашнє завдання на повторення опорних знань з інших предметів;

складання завдань, задач міжпредметного змісту;

використання на уроках підручників та іншої літератури з суміжних дисциплін.

10. Які напрямки діяльності вчителя, на Вашу думку, сприяють успішній реалізації МПЗ у навчанні?

здійснення єдиного підходу до формування загальнонаукових понять, до вивчення законів, теорій;

здійснення єдиного підходу до формування узагальнених умінь і навичок;

усунення дублювання під час вивчення спільних питань на уроках із різних предметів;

узгодженість у часі вивчення різних дисциплін;

наступність у формуванні наукових понять, виробленні в учнів узагальнених умінь і навичок.

11. Що, на Вашу думку, потрібно використовувати для реалізації МПЗ у навчанні?

наочність; фільми із суміжних предметів; прилади і моделі.

12. Як впливають МПЗ на пізнавальний інтерес учнів до предметів природничо-наукового циклу?

- МПЗ стимулюють інтерес до уроку;
- закріплюють інтерес до предмета;
- розвивають інтерес до суміжних предметів;
- поглиблюють інтерес до вивчення зв'язків між знаннями суміжних предметів;
- сприяють становленню професійних інтересів.

13. Чи змінюються пізнавальні вміння учнів внаслідок використання МПЗ у навчанні? (якщо так, то які ці зміни?)

- ні; так:
 - формування вміння переносити знання та вміння з одного предмета в інший;
 - поглиблюється вміння порівнювати, узагальнювати, аналізувати матеріал, який вивчається в суміжних дисциплінах;
 - виробляються оціночні вміння, тобто вміння відбирати та застосовувати знання з предметів до розв'язку практичних задач;
 - розвиваються узагальнені вміння навчальної роботи.

14. Які труднощі виникають у Вас щодо реалізації МПЗ?

- недостатньо методичних рекомендацій щодо виявлення і здійснення МПЗ у навчально-виховному процесі;
- недостатні знання змісту суміжних дисциплін;
- відсутність координованої праці вчителів;
- відсутність спеціальної підготовки в навчальних закладах;
- відсутність досвіду та вмінь із реалізації МПЗ.

15. Яку роль виконують МПЗ на уроках природничо-наукових дисциплін?

- МПЗ потрібні для того, щоб знання учнів, отримані з суміжних дисциплін, стали комплексними;
- МПЗ треба для того, щоб учні могли застосовувати їх у своїй практичній діяльності;
- МПЗ потрібні для формування єдиної наукової картини світу;
- за допомогою МПЗ розвивається пізнавальний інтерес учнів, розширюється їхній кругозір;
- використання МПЗ в процесі вивчення предметів природничо-наукового циклу дозволяє систематизувати й узагальнювати знання;

неможливо сформулювати значення МПЗ.

Додаток Д
Анкета

для викладачів ВНЗ

1. Що таке міжпредметні зв'язки (МПЗ)? _____

2. Чи використовуєте Ви в практичній роботі МПЗ?
 так; ні.
3. Під час проведення яких видів занять Ви частіше використовуєте МПЗ:
 лекції; практичні; лабораторні.
4. Як часто використовуєте МПЗ під час проведення занять?
 постійно; епізодично; випадково.
5. Яку функцію, на Вашу думку, виконують МПЗ у навчальному процесі?
 діалектичну; логічну; психологічну; дидактичну.
6. Між якими предметами Ви частіше встановлюєте МПЗ?
 фізика – математика;
 фізика – методика навчання фізики;
 фізика – радіоелектроніка;
 фізика – електротехніка;
 фізика – основи охорони праці;
 фізика – інформатика;
 фізика – безпека життєдіяльності;
 фізика – основи екології
 фізика – філософія.
7. Які методичні матеріали потрібні Вам для здійснення МПЗ?

8. Чи маєте Ви потрібні дидактичні матеріали для здійснення МПЗ?
 так; ні; інша відповідь _____

9. За якими критеріями відбираєте матеріал міжпредметного характеру?
 спільність змісту;
 спільність наукових методів;
 спільність навчальної діяльності;

спільність структур навчальних дисциплін.

10. Яку роль у формуванні понять, законів і теорій на основі МПЗ відіграють плани узагальненого характеру? _____

11. Наведіть приклади способів реалізації МПЗ у практиці викладання фізики _____

12. Чи вважаєте Ви за потрібне вивчення технічних дисциплін майбутньому вчителю фізики?

так; ні.

13. Яких труднощів Ви зазнаєте, впроваджуючи МПЗ у навчальний процес?

у підготовці дидактичних матеріалів;

через відсутність потрібних засобів навчання;

брак часу;

нестача педагогічних знань про МПЗ;

не вистачає досвіду.

14. Як Ви оцінюєте ефективність міжпредметного підходу до організації навчального процесу?

висока; задовільна; низька; інша відповідь _____

Додаток Ж

Фізичні задачі для введення математичних понять

1. Матеріальна точка рухається прямолінійно. Рівняння руху має вигляд $x(t) = 3t + 0.2t^3$. Знайти середню швидкість руху за проміжок часу від $t_1 = 4c$ до $t_2 = t_1 + \Delta t$, якщо $\Delta t = 2c; 1c, 0,1c$. Отримати формулу для швидкості точки в будь-який момент часу і обрахувати її миттєву швидкість в момент часу t_1 .

2. Маса тонкого неоднорідного стержня AB довжиною $l_0 = 20$ см зростає вздовж його довжини пропорційно квадрату відстані від т. А; при цьому маса відрізка стержня AM довжиною $l_1 = 2$ см рівна $m_1 = 8$ г. Знайти: середню лінійну густину відрізка стержня AM ; середню лінійну густину всього стержня; густину стержня в точці, що розташована посередині стержня.

3. Матеріальна точка рухається прямолінійно прискорено так, що її швидкість змінюється за законом $v = 3 + 2t - 0.6t^2$. Знайти шлях, який пройшла точка за проміжок часу від $t_1 = 1c$ до $t_2 = 3c$.

4. Визначити роботу сили гравітаційного поля Землі, якщо тіло масою 1кг падає на її поверхню з висоти, що дорівнює радіусу Землі.

5. Визначити кількість теплоти, яку потрібно затратити на нагрівання твердого тіла масою 2кг від температури $t_1 = 0^\circ\text{C}$ до $t_2 = 50^\circ\text{C}$, якщо питома теплоємність цього тіла змінюється відповідно виразу $c = a + bT$. Для даної речовини $a = 400 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$, $b = 0,02 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}^2$.

6. Знайти напруженість електричного поля, що створене нескінченною площиною з рівномірно зарядженою поверхневою густиною σ .

7. Індукція магнітного поля всередині аксіально-симетричного паралельного потоку електронів має вигляд $B = B_0 e^{-\alpha r^2}$, де α і B_0 - додатні сталі; r - відстань від осі потоку. Знайти густину струму як функцію r , використавши закон повного струму.

Додаток 3

Практичне заняття міжпредметного змісту.

Тема: Застосування диференціальних рівнянь до розв'язування фізичних задач.

Мета: Узагальнення і систематизація знань студентів про використання диференціальних рівнянь у фізиці. Розвиток цілісного природничо-наукового мислення.

Хід заняття

I. Організаційна частина.

II. Актуалізація опорних знань.

Вивчаючи явища природи, розв'язуючи різноманітні задачі з фізики, техніки, біології, економіки, не завжди можна безпосередньо встановити прямий зв'язок між величинами, що описують той чи інший еволюційний процес. Здебільшого визначають залежність між величинами (функціями) та швидкостями їх зміни відносно інших (незалежних змінних) величин. При цьому виникають рівняння, у яких невідомі функції містяться під знаком похідної. Такі рівняння, як ви пригадуєте, називаються *диференціальними рівняннями (ДР)*.

Розв'язування геометричних і фізичних задач, які приводять до складання ДР, як правило, викликають значні труднощі:

- кожна фізична задача вимагає знань різноманітних законів фізики;
- знання методів розв'язування ДР.

Варто відзначити, що не існує єдиного універсального методу складання ДР. Можна дати тільки певні рекомендації.

У процесі розв'язування фізичних задач використовують звичайні диференціальні рівняння 1-го порядку, 2-го порядку, а також диференціальні рівняння другого порядку в частинних похідних. Ми розглянемо застосування тільки звичайних диференціальних рівнянь.

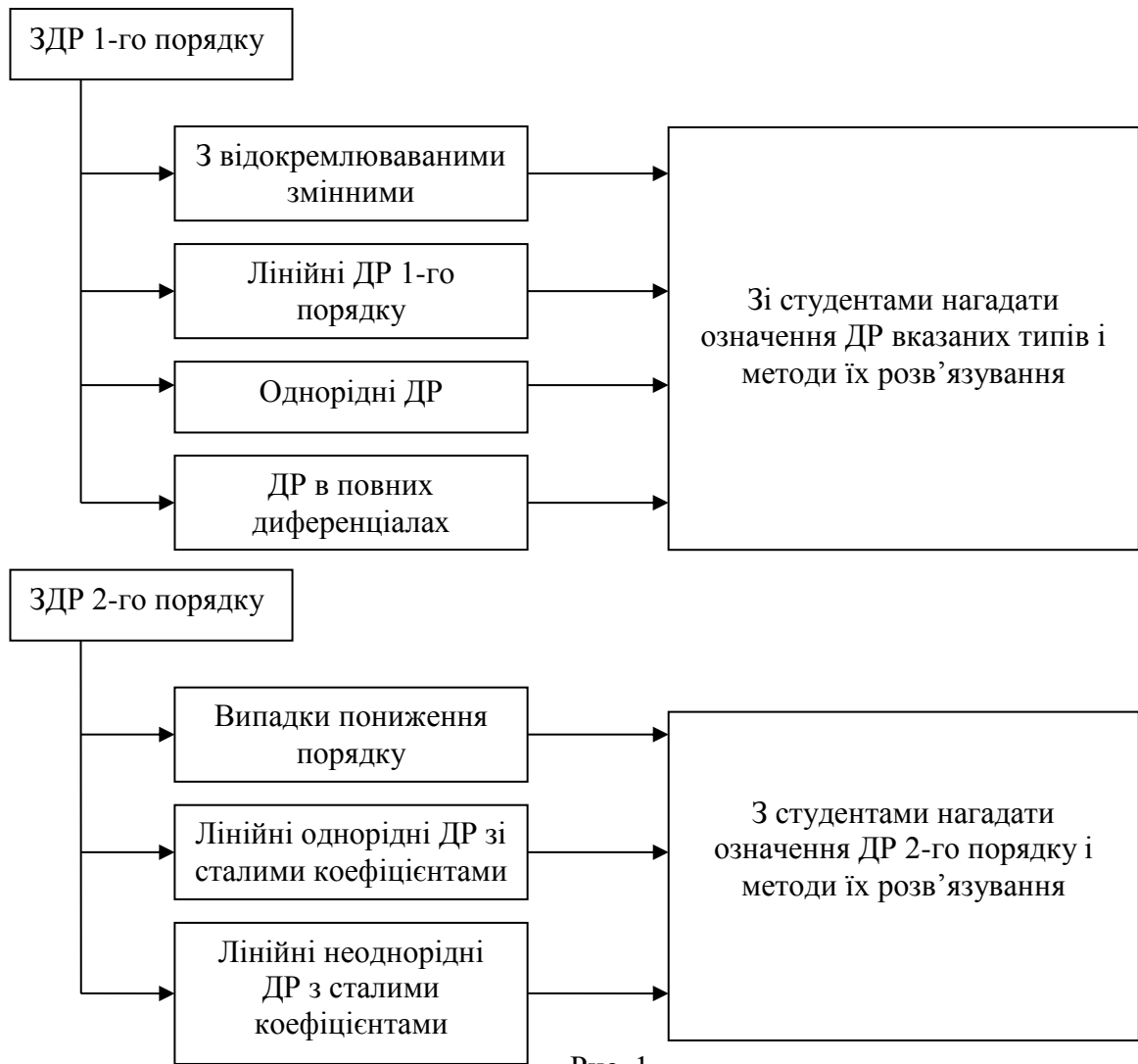


Рис. 1

III. Виклад основного матеріалу.

Розглянемо тепер, як конструюють рівняння кожного з наведених типів диференціальних рівнянь (методика складання диференціальних рівнянь).

1°. **Метод диференціалів** полягає в тому, що за умовою задачі складається співвідношення між диференціалами. При цьому можна робити деякі припущення, які спрощують задачу і разом з тим вони не впливають на результат задачі. Наприклад,

- а) малі прирости величин замінюються їх диференціалами;
- б) фізичні процеси, які відбуваються нерівномірно (нерівномірний рух точки, нагрівання або охолодження тіла, витікання рідини з посудини, тощо), упродовж малого проміжку часу $\Delta t = dt$ будемо розглядати як рівномірні, що відбуваються зі сталою швидкістю.

2°. **Рівняння в похідних.** У рівнянні замість диференціалів містяться похідні, які є швидкостями зміни деякої величини. Тут використовується геометричний зміст похідної (кутовий коефіцієнт дотичної) і фізичний зміст (швидкість зміни нерівномірного процесу).

3°. **Найпростіші інтегральні рівняння,** це рівняння, що містять невідомі функції під знаком інтеграла. Вони виникають, зокрема, в тих задачах, де використовується геометричний зміст визначеного інтеграла як площі криволінійної трапеції та інші інтегральні формули (довжина дуги, площа поверхні, об'єм тіла, робота сили і т.і.). Найпростіші інтегральні рівняння зустрічались при доведенні теореми існування і єдності розв'язку задачі Коші для ДР першого порядку:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x, y) \\ y(x_0) = y_0 \end{cases} \Leftrightarrow y = y_0 + \int_{x_0}^x f(t, y) dt.$$

Розглянемо тепер конкретні фізичні задачі, розв'язування яких зводиться до звичайних диференціальних рівнянь.

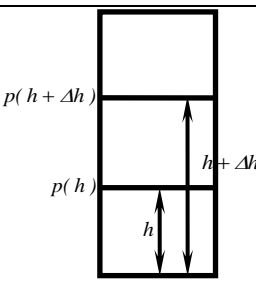
Приклад 1. Відомо, що атмосферний тиск із висотою зменшується. Встановити залежність атмосферного тиску p від висоти над рівнем моря h [$p=p(h)$].

Актуалізація опорних знань з фізики:

1. Фізичний зміст поняття тиску.
2. Яку фізичну систему називають ідеальним газом, при яких умовах використовують цю модель?
3. Що таке ізопроееси?
4. Сутність закону Бойля-Маріотта, рівняння стану ідеального газу.

Форма проведення – колективна. Метод – бесіда.

Розв'язання

<p>1. Величина атмосферного тиску дорівнює вазі вертикального стовпа повітря з одиничною площею перерізу. Різниця тисків на вказаних висотах чисельно дорівнює вазі стовпа повітря, що знаходиться між цими двома перерізами.</p>	 $p(h) - p(h + \Delta h) = -\Delta p(h);$ $-\Delta p(h) = \Delta m \cdot g.$
<p>2. Знайдемо масу Δm цього повітря. Нехай середня густина повітря в</p>	$\Delta m = \rho_0 \cdot \Delta h.$ <p>Отже, $-\Delta p(h) = g \cdot \rho_0 \Delta h \quad : \Delta h$</p>

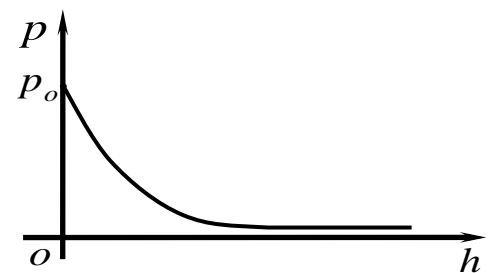
стовпі дорівнює ρ_0	$\frac{\Delta p(h)}{\Delta h} = -g \cdot \rho_0 \quad (1)$
3. Позначимо через $\rho(h)$ – густину повітря на висоті h . Якщо $\Delta h \rightarrow 0$, то $\rho_0 \rightarrow \rho(h)$.	Перейдемо в (1) до границі при $\Delta h \rightarrow 0$ $\lim_{\Delta h \rightarrow 0} \frac{\Delta p(h)}{\Delta h} = - \lim_{\Delta h \rightarrow 0} \rho_0 \cdot g,$ $\frac{dp}{dh} = -g \cdot \rho(h) \quad (2)$ де функція $\rho(h)$ – поки що невідома.
4. Припустимо, що температура повітря стала на певних висотах. Тоді з рівняння стану ідеального газу маємо $pV = RT \Rightarrow p = \frac{RT}{V} = \frac{RT}{M} \frac{M}{V} = b \cdot \rho(h),$ де $b = \frac{RT}{M}$; $\rho(h) = \frac{M}{V}$; R – універсальна газова стала; M – молярна маса газу.	З рівняння (2) маємо ($p = b \cdot \rho(h)$): $\frac{dp(h)}{dh} = -\frac{g}{b} p \quad (3)$ Отримали диференціальне рівняння з відокремленими змінними: $\frac{dp(h)}{p} = -\frac{g}{b} dh.$

$$\int \frac{dp(h)}{p} = -\frac{g}{b} \int dh \Leftrightarrow \ln|p| = -\frac{g}{b} h + \ln|C| \Rightarrow p = C e^{-\frac{g}{b} h}, C - const.$$

Зі сімейства інтегральних кривих виділимо ту, яка описує саме цей процес. Відомо, що над рівнем моря ($h=0$) атмосферний тиск дорівнює p_0 . Тому підставивши у формулу (3) початкові дані, отримаємо формулу:

$$p(h) = p_0 e^{-\frac{g}{b} h}. \quad (4)$$

Цю формулу називають *барометричною*. Вона показує, що атмосферний тиск спадає з висотою за *експоненціальним законом*. Барометрична формула досить точно справджується для невеликих висот (кілька кілометрів).



Проводимо фізичний аналіз барометричної формули і графіка та розглядаємо практичне значення отриманого результату для побудови приладів для вимірювання тиску (альтиметр).

З'ясуємо питання про розподіл молекул газу по висоті в полі тяжіння Землі.

Приклад 2. Метеорит, який перебував у стані спокою, під впливом земного тяжіння починає прямолінійно падати на Землю з висоти h .

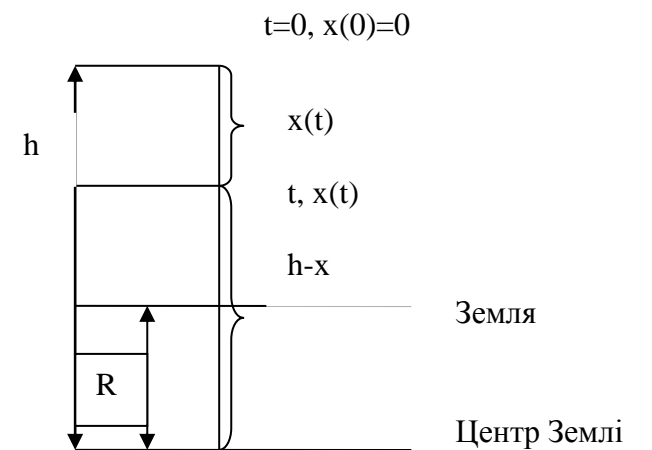
Визначити, якою була б швидкість метеорита біля поверхні Землі, у відсутності земної атмосфери. Радіус Землі $R=6377$ км.

Актуалізація опорних знань з фізики

1. Дайте означення сили тяжіння відповідно до узагальненого плану відповіді про фізичну величину.
2. Які твердження містяться в 2-му законі Ньютона?
3. Яким законом описують гравітаційні взаємодії?
4. Який історичний шлях відкриття закону всесвітнього тяжіння?
5. Що таке атмосфера?
6. Що таке 1-ша й 2-га космічна швидкості?

Форма проведення – колективна. Метод – проблемно-пошуковий.

Розв'язання.

<p>1. Нехай $x=x(t)$ – відстань, яку метеорит пройшов від початку падіння, $h-x$ – відстань від метеорита (в момент часу t) до центра Землі. В момент часу t на метеорит, відповідно до другого закону Ньютона, діє сила тяжіння $F=ma$, де m – маса метеорита, a – його прискорення на висоті h. На Землі на тіло діє сила тяжіння $P=mg$, де g – прискорення вільного падіння біля поверхні Землі. За законом всесвітнього тяжіння Ньютона ці сили обернено пропорційні квадратам відстаней тіла від центра Землі:</p> $\frac{F}{P} = \frac{R^2}{(h-x)^2} \Rightarrow \frac{ma}{mg} = \frac{R^2}{(h-x)^2} \Rightarrow$ $a = \frac{R^2 g}{(h-x)^2} \quad (1)$	<p>Оскільки $a = v'$, то з (1) маємо:</p> $v' = \frac{R^2 g}{(h-x)^2}. \quad (2)$ <p>Але $v' = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = v \frac{dv}{dx}$, підставимо в (2):</p> $v \frac{dv}{dx} = \frac{gR^2}{(h-x)^2}. \quad (3)$ <p>Отримали ДР з відокремленими змінними.</p> <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;">$t=0, x(0)=0$</div> 
--	---

$$v \frac{dv}{dx} = \frac{R^2 g}{(h-x)^2} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{dv^2}{dx} = \frac{R^2 g}{(h-x)^2} \Rightarrow dv^2 = \frac{2R^2 g}{(h-x)^2} dx \Rightarrow v^2 = \int \frac{2R^2 g}{(h-x)^2} dx \Rightarrow$$

$$v^2 = \frac{2gR^2}{h-x} + C \quad (4)$$

З сімейства інтегральних кривих виділимо ту, яка описує саме даний процес. Рух починався зі стану спокою, тобто $x = 0$ і $v = 0$ при $t = 0$:

$$0 = \frac{2gR^2}{h-0} + C, \quad C = -\frac{2gR^2}{h}.$$

Отже, швидкість метеорита залежно від шляху x виражається формулою

$$v^2 = \frac{2gR^2x}{h-x} - \frac{2gR^2x}{h} = \frac{2gR^2(h-h+x)}{(h-x)h} = \frac{2gR^2x}{h(h-x)},$$

$$\boxed{v^2 = \frac{2gR^2x}{h(h-x)}}. \quad (5)$$

Біля поверхні Землі ($x = h - R$) швидкість метеорита $v = \sqrt{2gR(1 - R/h)}$. Оскільки за умовою висота h може бути необмежено великою, то, перейшовши до границі при $h \rightarrow \infty$, дістанемо

$$v = \sqrt{2gR}.$$

Отже, біля поверхні Землі метеорит мав би швидкість

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 6\,377\,000} \approx 11,2 \text{ км/с.}$$

Проаналізуємо отриману формулу: Чому отримана формула має наближений характер?
 Чи може космічний апарат з такою швидкістю потрапити в поле тяжіння інших планет?
 Завдання для студентів:
 Отримайте значення 2-ої космічної швидкості з використанням теореми про зміну кінетичної енергії тіла.

Отже, як бачимо з розв'язаної задачі, для певної фізичної (хімічної, біологічної, економічної тощо) задачі будується математична модель (здебільшого це диференціальне рівняння, одним із розв'язків якого є шукана функціональна характеристика процесу). Така модель описує еволюцію процесу, характер змін матеріальної системи, можливі варіанти змін залежно від початкового стану системи.

Наступний етап: вивчення математичної задачі в „чистому вигляді”. Зокрема, розв'язується диференціальне рівняння, знаходиться загальний розв'язок. Накінець використовуються початкові умови і обговорюється фізична суть отриманого результату.

Приклад 3. Ракета з початковою масою M_0 рухається прямолінійно під

дією віддачі від безупинного витікання струменя газів, що викидаються з ракети. Швидкість u_0 витікання газів (відносно ракети) постійна за величиною і спрямована протилежно початковій швидкості ракети v_0 . Знайти закон руху ракети, нехтуючи силою тяжіння й опором повітря.

Актуалізація опорних знань з фізики, теоретичної механіки:

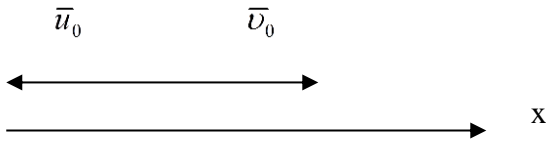
1. Закон збереження імпульсу.
2. Інерціальні системи відліку.
3. Рівняння Мещерського.
4. Закон Ньютона.

Розв'язання.

У природі і техніці ми часто зустрічаємось з тілами, маса яких змінюється в процесі їхнього руху. Так, маса Землі збільшується з часом унаслідок падіння на неї метеоритів, маса криг, що дрейфують, збільшується в процесі намерзання і зменшується під час танення і т.д. Ракети всіх систем – реактивні літаки, реактивні снаряди також належать до тіл, маса яких змінюється під час руху.

Загальні закони динаміки тіл змінної маси було відкрито і вивчено І.В.Мещерським та К.Е. Ціолковським.

Розглянемо рівняння руху матеріальної точки змінної маси на прикладі руху ракети. Обговорюємо фізичний принцип її руху. Ракета з великою швидкістю викидає гази, діючи на них з великою силою. Викинуті гази з такою самою, але протилежно спрямованою силою діють на ракету і надають їй прискорення у протилежному напрямі. Для спрощення вважатимемо, що викинуті з ракети частинки газу взаємодіють з ракетою тільки в момент їхнього безпосереднього контакту. Також вважатимемо, що маса ракети змінюється безперервно. Нехай у момент часу t ракета масою M має швидкість відносно нерухомої системи відліку \vec{v} . За час dt ракета викидає гази масою dM , які вилітають відносно тієї самої нерухомої системи відліку з швидкістю \vec{u} . У момент викидання газу масою dM на ракету діє реактивна сила F_p , яка для системи ракета-газ є внутрішньою.

<p>1. Використаємо рівняння другого закону Ньютона</p> $m\bar{a} = \sum_1^n \bar{F}_i,$ $m\bar{a} = \bar{F}_{\text{о́дн}} + \bar{F}_{\text{в}} + \bar{F}_{\text{д}},$ $m \frac{d\bar{v}}{dt} = 0 + 0 + \frac{dm}{dt} \bar{u}_0.$	 <p>Спрямуємо вісь Ох у напрямі початкової швидкості, отримаємо ДР руху ракети в проекції на цю вісь</p> $M \frac{dv}{dt} = -u_0 \frac{dM}{dt}, \quad (1)$ <p>$\frac{dM}{dt} = \mu$ - витрата маси палива в секунду (так звана „секундна маса”,). При сталому процесі горіння палива $\mu = \text{const}$.</p>
--	---

Рівняння (1) – з відокремлюваними змінними.

$$M \frac{dv}{dt} = -u_0 \frac{dM}{dt} \Rightarrow dv = -u_0 \frac{dM}{M} \Rightarrow v = -u_0 \ln M + C \quad (2)$$

З сімейства інтегральних кривих (2) виділимо ту, яка описує саме цей процес.

Для цього використаємо початкові умови: $v(0) = v_0$, $M(0) = M_0$, тому

$$v = -u_0 \ln M + C \Rightarrow C = v_0 + u_0 \ln M_0,$$

отже,

$$v = u_0 \ln \frac{M_0}{M} + v_0 \quad (3)$$

Ця формула вперше отримана К.Е. Ціолковським і носить його ім'я (формула Ціолковського).

Для знаходження рівняння руху ракети замінимо у формулі Ціолковського v через $\frac{dx}{dt}$, отримаємо диференціальне рівняння

$$\frac{dx}{dt} = u_0 \ln \frac{M_0}{M} + v_0.$$

Проінтегруємо його у припущенні, що $x=0$ при $t=0$. Маємо

$$x = u_0 \int_0^t \ln \frac{M_0}{M} d\tau + v_0 t. \quad (4)$$

Якщо через деякий час після початку руху, в момент $t = t_K$, швидкість,

маса і пройдений шлях стали рівними відповідно $v = v_K$, $M = M_K$, $x = x_K$, то формули (3) і (4) перепишуться так:

$$v_K = u_0 \ln \frac{M_0}{M_K} + v_0, x_K = u_0 \int_0^{t_K} \ln \frac{M_0}{M_K} d\tau + v_0 t_K,$$

$$x_K = u_0 \int_0^{t_K} \ln \frac{M_0}{M_K} d\tau + v_0 t_K,$$

звідки робимо висновок, що кінцева швидкість не залежить від закону зміни маси, а тільки від початкової швидкості v_0 ракети, відносної швидкості u_0 витікання газів і відношення M_K / M_0 мас в кінцевий і початковий моменти, шлях x_K залежить від закону зміни маси, що визначається швидкістю згорання палива.

Знайдемо рівняння руху ракети для випадку зміни її маси:

<p>а) за лінійним законом $M = M_0(1 - \alpha t)$, де $\alpha = const$, $\alpha > 0$. Тоді</p> $x = u_0 \int_0^t \ln \frac{M_0}{M_0(1 - \alpha t)} d\tau + v_0 t \Rightarrow$ $x = -u_0 \int_0^t \ln(1 - \alpha t) d\tau + v_0 t.$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $x = \frac{v_0}{\alpha} ((1 - \alpha t) \ln(1 - \alpha t) + \alpha t) + v_0 t.$ </div>	<p>б) за експоненціальним законом $M = M_0 e^{-\lambda t}$, де $\lambda = const$, $\lambda > 0$,</p> $x = u_0 \int_0^t \ln \frac{M_0}{M_0 e^{-\lambda \tau}} d\tau + v_0 t \Rightarrow$ $x = u_0 \lambda \int_0^t \tau d\tau + v_0 t$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $x = \frac{u_0 \lambda t^2}{2} + v_0 t.$ </div>
---	---

Розглянемо можливості МПЗ до розв'язування задач з електродинаміки.

Приклад 4. (Перехідний процес в електричному колі). У колі з індуктивністю відбувається перехідний процес. Індуктивність L і активний опір R постійні. Напруга u задана як функція від часу t : $u = f(t)$. Початковий струм дорівнює i_0 . Знайти залежність струму i від часу t . Зокрема, розглянути випадок, коли $u = u_0 = const$.

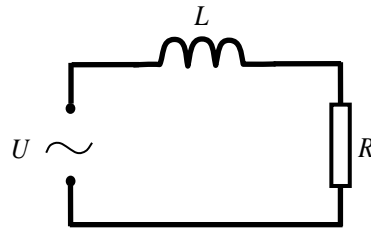
Актуалізація опорних знань з фізики, електротехніки, радіоелектроніки:

1. Що таке перехідні процеси?
2. Проаналізуйте явище індукції відповідно до узагальненого плану відповіді про фізичне явище.
3. Закон електромагнітної індукції.
4. Закони Кірхгофа.

Форма – колективна. Метод – проблемно-пошуковий

Розв'язування.

1. Оскільки струм i змінюється в колі з часом, то внаслідок наявності індуктивності L виникає е.р.с. самоіндукції $e_L = -L \frac{di}{dt}$. За другим законом Кірхгофа алгебраїчна сума спадів напруг у колі (Ri) дорівнює алгебраїчній сумі е.р.с.



$$u - L \frac{di}{dt} = Ri \Rightarrow L \frac{di}{dt} + Ri = u \quad (1)$$

Отримали ЛДР 1-го порядку. Згідно з умовою задачі $u = f(t)$, тому рівняння (1), розділене на L , матиме вигляд:

$$\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = \frac{f(t)}{L}. \quad (2)$$

Розв'яжемо його методом варіації довільної сталої:

$$\text{а) } \frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = 0 \Rightarrow \frac{di}{i} = -\frac{R}{L}dt \Leftrightarrow i = Ce^{-\frac{R}{L}t};$$

$$\text{б) } i = C(t)e^{-\frac{R}{L}t}, i(0) = i_0, \text{ отже } C(0) = i_0, \frac{di}{dt} = C'e(t)e^{-\frac{R}{L}t} - \frac{R}{L}C(t)e^{-\frac{R}{L}t}.$$

$$C'e(t)e^{-\frac{R}{L}t} - \frac{R}{L}C(t)e^{-\frac{R}{L}t} + \frac{R}{L}C(t)e^{-\frac{R}{L}t} = \frac{f(t)}{L},$$

$$C'(t) = \frac{f(t)}{L}e^{\frac{R}{L}t}; C(t) = \int_0^t \frac{f(\tau)}{L}e^{\frac{R}{L}\tau} d\tau.$$

$$i = e^{-\frac{Rt}{L}} \left(i_0 + \frac{1}{L} \int_0^t f(\tau) e^{\frac{R\tau}{L}} d\tau \right).$$

Якщо напруга стала: $f(t) = u_0 = const$, то отримаємо

$$i = e^{-\frac{Rt}{L}} \left(i_0 + \frac{u_0}{L} \int_0^t e^{\frac{R\tau}{L}} d\tau \right) \Rightarrow i = \frac{u_0}{R} + \left(i_0 - \frac{u_0}{R} \right) e^{-\frac{Rt}{L}}.$$

Проаналізуємо отриманий результат:

Як буде визначатись струм у колі при зростанні t ?

Чому дорівнює екстраструм замикання кола?

Чому дорівнює екстраструм розмикання кола?

Практичне значення отриманих результатів.

Приклад 5. (Ковзання мотузки). Мотузка лежить на столі (див. рис.), причому один із її кінців якої перекинута через гладенький блок на висоті a над столом. У початковий момент кусок мотузки довжиною вільно $2a$ висить з іншої сторони блоку. Знайти швидкість v руху цього кінця в залежності від шляху s , якщо сила опору тертя під час руху пропорційна квадрату швидкості, а початкова швидкість дорівнює нулю.

Актуалізація опорних знань

1. Який рух називають рівноприскореним?
2. Основні рівняння рівноприскореного руху.
3. Основне рівняння динаміки поступального руху.

Розв'язання.

1. Виберемо блок за точку відліку шляху.

2. Другий закон Ньютона:

$$m\bar{a} = \bar{F}.$$

У момент часу t :

$$m\bar{a} = \bar{F}_1 + \bar{F}_2 + \bar{F}_{\delta\delta}, \text{ де}$$

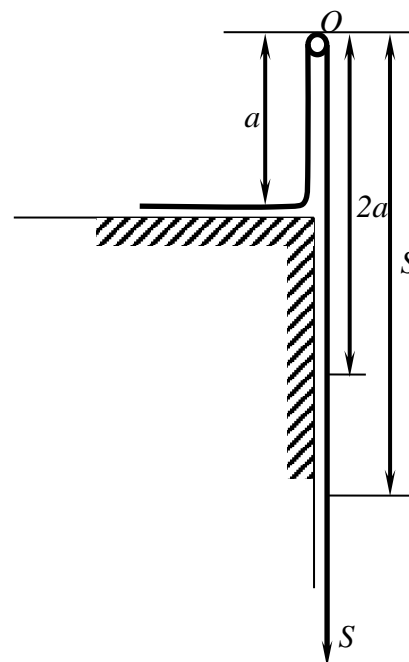
\bar{F}_1 - сила тяжіння правої частини мотузки, \bar{F}_2 - сила тяжіння лівої частини мотузки, F_{on} - сила опору

$$F_1 = m_1 g = S\rho g, F_2 = -m_2 g = -a\rho g,$$

$$F_{\delta\delta} = -kv^2, \text{ де } \rho=1, k=1,$$

$m = (S+a)\rho$, g - прискорення вільного падіння, ρ - лінійна густина мотузки, k - коефіцієнт пропорційності.

1. Спрямуємо вісь OS вниз



Другий закон Ньютона приводить до диференціального рівняння

$$\rho(s+a)\frac{dv}{ds} = \rho(s-a)g - kv^2. \quad (1)$$

Оскільки $\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{ds} \frac{ds}{dt} = v \frac{dv}{ds}$, то рівняння

(1) можна записати так:

	$\rho(s+a)v \frac{dv}{ds} = \rho(s-a)g - kv^2. \quad (2)$
Отримали рівняння Бернуллі ($n = -1$).	

Введемо підстановку $v^2 = z \Rightarrow 2v \frac{dv}{ds} = \frac{dz}{ds}$ і (2) запишемо у вигляді:

$$\rho(s+a) \frac{1}{2} \frac{dz}{ds} = \rho(s-a)g - kz \Rightarrow \frac{dz}{ds} + \frac{2k}{\rho(s+a)} z = \frac{2\rho g(s-a)}{s+a} \quad (3)$$

Якщо $k=1$ і $\rho=1$, то (3) набере вигляду

$$\frac{dz}{ds} + \frac{2}{s+a} z = 2g \frac{s-a}{s+a} \quad (4)$$

Розв'яжемо його методом варіації довільної сталої:

а) ЗРЛОДР. $\frac{dz}{ds} + \frac{2}{s+a} z = 0 \Rightarrow \frac{dz}{ds} = -\frac{2}{s+a} z \Rightarrow \ln|z| = -2 \ln|s+a| + \ln|C| \Rightarrow z = \frac{C}{(s+a)^2}$

б) ЧРЛНДР. $\tilde{z} = \frac{C(s)}{(s+a)^2}; \frac{d\tilde{z}}{ds} = \frac{C'(s)}{(s+a)^2} - \frac{2C(s)}{(s+a)^3}$.

Підставимо в рівняння (4):

$$\frac{C'(s)}{(s+a)^2} - \frac{2C(s)}{(s+a)^3} + \frac{2}{s+a} \cdot \frac{2C(s)}{(s+a)^2} = \frac{2g(s-a)}{s+a} \Rightarrow C'(s) = 2g(s^2 - a^2) \Rightarrow$$

$$C(s) = 2g \left(\frac{s^3}{3} - a^2 s \right) \Rightarrow \tilde{z} = \frac{2g}{(s+a)^2} \left(\frac{s^3}{3} - a^2 s \right).$$

в) ЗРЛНДР = ЗРЛОДР + ЧРЛНДР

$$z = \frac{1}{(s+a)^2} \left(C + 2g \left(\frac{s^3}{3} - a^2 s \right) \right).$$

Отже, загальний інтеграл рівняння Бернуллі має вигляд

$$v^2 = \frac{1}{(s+a)^2} \left(C + 2g \left(\frac{s^3}{3} - a^2 s \right) \right) \quad (5)$$

Із сімейства інтегральних кривих виділимо ту, яка описує саме цей процес. У момент часу $t=0$, швидкість $v(0)=0$ і шлях $s(0)=2a$. Тому, підставивши у формулу (5) початкові дані, отримаємо формулу:

$$v^2 = \frac{2g}{3(s+a)^2} (s^3 - 3a^2 s - 2a^3).$$

Однак вираз $s^3 - 3a^2s - 2a^3$ ділиться націло на $(s + a)^2$:

$$\begin{aligned} s^3 - 3a^2s - 2a^3 &= s^3 - 2as^2 + 2as^2 - 4a^2s + a^2s - 2a^3 = \\ &= s^2(s - 2a) + 2as(s - 2a) + a^2(s - 2a) = (s - 2a)(s + a)^2 \end{aligned}$$

Отже, $v^2 = \frac{2g}{3(s+a)^2} \cdot (s+a)^2 \cdot (s-2a) = \frac{2g(s-2a)}{3}$.

Таким чином, отримуємо шукану залежність v від s $v = \sqrt{\frac{2g}{3}(s-2a)}$.

Доведемо, що рух рівноприскорений. Для цього піднесемо обидві частини отриманого рівняння до квадрата і продиференціюємо по t . Будемо мати $2v \frac{dv}{dt} = \frac{2g}{3} \frac{ds}{dt}$, але $\frac{ds}{dt} = v$, а $\frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$, тому $\frac{d^2s}{dt^2} = \frac{g}{3} = const$, що і потрібно було довести.

Приклад 6. Моторний човен рухається в стоячій воді зі швидкістю 10 км/год. На повному ходу його мотор був виключений і через 20с після цього швидкість човна зменшилась до 6км/год. Обчислити швидкість човна через 2хв після виключення мотора і пройдений човном шлях упродовж однієї хвилини після виключення мотора, вважаючи, що опір води пропорційний швидкості руху човна.

Актуалізація опорних знань з фізики, методики фізики

1. Дайте означення швидкості відповідно до узагальненого плану відповіді про фізичну величину.
2. Фізичний зміст другого закону Ньютона.

Розв'язання. Запишемо одиниці вимірювання в СІ:

$$10 \text{ км/ГОД} = \frac{10000}{3600} \text{ м/с} = \frac{25}{9} \text{ м/с}; \quad 6 \text{ км/ГОД} = \frac{6000}{3600} \text{ м/с} = \frac{5}{3} \text{ м/с}, \quad 2 \text{ хв} = 120\text{с}.$$

З умови задачі маємо: $x(0)=0$, $v(0) = \frac{25}{9}$ м/с, $v(20) = \frac{5}{3}$ м/с.

1. Другий закон Ньютона
 $m\bar{a} = \sum \bar{F}$, або $m\bar{a} = \bar{F}_{on}$,
 $\bar{F}_{on} = k\bar{v}$, $m\bar{a} = k\bar{v}$.

1. Спрямуємо вісь Ox в бік руху човна
 $-m \frac{d^2x}{dt^2} = -k \frac{dx}{dt}$, або
 $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{k}{m} \frac{dx}{dt} \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} - a \frac{dx}{dt} = 0 \quad (1)$

Отримали лінійне однорідне диференціальне рівняння 2-го порядку з сталими

	коефіцієнтами $\left(a = \frac{k}{m}\right)$
--	--

$$x'' - ax' = 0 \quad (1)$$

Складемо характеристичне рівняння:

$$\lambda^2 - a\lambda = 0 \Rightarrow \lambda(\lambda - a) = 0 \Rightarrow \begin{cases} \lambda = 0, \\ \lambda = a. \end{cases}$$

ЗРЛОДР: $x(t) = C_1 e^{0t} + C_2 e^{at}$, або $x(t) = C_1 e + C_2 e^{at}$ (2)

Швидкість човна дорівнює:

$$v(t) = x'(t) = C_2 a e^{at} \quad (3)$$

Визначимо сталі C_2 і a , маючи початкові умови:

$$\begin{cases} v(0) = \frac{25}{9}, \\ v(20) = \frac{5}{3}. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{25}{9} = C_2 a e^{a \cdot 0}, \\ \frac{5}{3} = C_2 a e^{20a}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{25}{9} = C_2 a, \\ \frac{5}{3} = \frac{25}{9} e^{20a}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{25}{9} = C_2 a, \\ 20a = \ln 0,6, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} C_2 = \frac{500}{9 \ln 0,6}, \\ a = \frac{\ln 0,6}{20}. \end{cases}$$

$$v(t) = \frac{25}{9} e^{\frac{\ln 0,6}{20} t} \quad (4)$$

Знайдемо сталу C_1 з (2), враховуючи початкову умову $x(0)=0$:

$$0 = C_1 + C_2 e^0 \Rightarrow C_1 = -C_2 = -\frac{500}{9 \ln 0,6}. \text{ Отже,}$$

$$x(t) = -\frac{500}{9 \ln 0,6} \left(1 - e^{\frac{\ln 0,6}{20} t}\right) \quad (5)$$

Швидкість човна через 2 хв після виключення мотора дорівнює

$$v(120) = \frac{25}{9} e^{\frac{\ln 0,6}{20} \cdot 120} = \frac{25}{9} e^{6 \ln 0,6} = \frac{25}{9} (0,6)^6 \approx 0,1296 \text{ м/с.}$$

Шлях, який пройшов човен за 1 хв після виключення мотору, дорівнює

$$x(60) = -\frac{500}{9 \ln 0,6} \left(1 - e^{\frac{\ln 0,6}{20} \cdot 60}\right) = -\frac{500}{9 \ln 0,6} (1 - (0,6)^3) \approx 85,3 \text{ м.}$$

Приклад 7. Один кінець пружини закріплено нерухомо, а до другого прикріплено вантаж масою m , на який діє періодична збурювальна сила $H \sin(vt + \varphi)$, напрямлена по вертикалі. У разі відхилення вантажу на відстань x від положення рівноваги пружина діє на нього із силою kx (пружна сила), яка

спрямована до положення рівноваги. Під час руху вантажу зі швидкістю v сила опору середовища дорівнює bv ($H > 0, v > 0, k > 0, 0 < b \ll m, \varphi$ - сталі). Визначити закон руху вантажу в усталеному режимі та частоту збудовувальної сили ν_{pec} (резонансну частоту), за якої амплітуда коливань вантажу в усталеному режимі є найбільшою. Знайти цю амплітуду.

Актуалізація опорних знань з фізики

1. Дайте характеристику сили пружності відповідно до узагальненого плану відповіді про фізичну величину.
2. Що таке механічні коливання, їх основні характеристики, рівняння гармонійних коливань.
3. Сутність явища механічного резонансу, умови його виникнення.

Розв'язання. Згідно другого Закону Ньютона

$$m\bar{a} = \sum_{i=1}^n \bar{F}_i,$$

$$m\bar{a} = \bar{F}_{\text{ш}} + \bar{F}_{\text{в}} + \bar{F}_{\text{сд}} , \quad F_{\text{ш}} = -kx,$$

$$F_{\text{в}} = -bv = -bx', \quad F_{\text{сд}} = H \sin(\nu t + \varphi).$$

Отримаємо лінійне неоднорідне диференціальне рівняння.

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -b \frac{dx}{dt} - kx + H \sin(\nu t + \varphi), \quad | : m \neq 0 ;$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} - p \frac{dx}{dt} + qx = \frac{H}{m} \sin(\nu t + \varphi), \quad (1)$$

$$\text{де } p = b/m, \quad q = k/m.$$

Оскільки $p > 0, q > 0$, то усталений рух вантажу існує й описується розв'язком рівняння (8) вигляду

$$\tilde{x}(t) = A(\nu) \sin(\nu t + \varphi + \alpha),$$

$$\text{де } A(\nu) = \frac{H}{m \sqrt{(q - \nu^2)^2 + p^2 \nu^2}}, \quad \alpha = \text{arctg} \frac{p\nu}{q - \nu^2}.$$

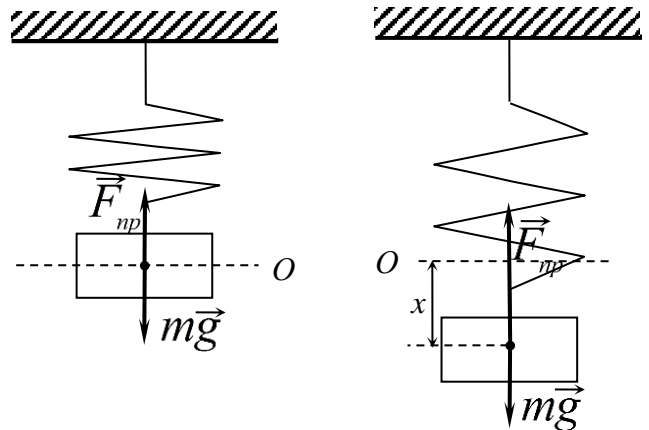
Частоту ν_{pec} , за якої амплітуда $A(\nu)$ коливань вантажу в усталеному режимі має найбільше значення, можна знайти з умови мінімуму функції $\psi(\nu) = (q - \nu^2)^2 + p^2 \nu^2$. Дістаємо

$$\psi'(\nu) = -4\nu(q - \nu^2) + p^2 \nu^2 = 0,$$

звідки

$$\nu_{pec} = \sqrt{q - \frac{p^2}{2}} = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{p^2}{2m^2}}.$$

Амплітуда коливань вантажу за умов резонансу



$$A(v_{pec}) = \frac{H}{mp\sqrt{q - \frac{p^2}{4}}} = \frac{2mH}{b\sqrt{4km - b^2}}.$$

Завдання для самоперевірки засвоєння змістового модуля „Підсилювачі електричних сигналів”

1. Дайте визначення та назвіть суттєві ознаки понять:
 - електропровідність;
 - струм, напруга, потужність, е.р.с;
 - напруженість;
 - індукція і індуктивність;
 - електроємність;
 - частота, амплітуда, фаза коливань;
 - коливальний контур;
 - добротність, декремент затухання;
 - електронна лампа, напівпровідниковий.
2. Які елементи використовують в аперіодичному підсилювачі для міжкаскадного зв'язку?
3. Які фізичні явища лежать в основі роботи кіл зв'язку?
4. Які фізичні поняття, закони, теорії використовують для опису роботи цих кіл?
5. В аперіодичних підсилювачах у якості елемента підсилювального каскаду використовують польовий транзистор. Вкажіть:
 - фізичні явища, що лежать в основі роботи каскаду;
 - фізичні явища, що визначають параметри підсилювального каскаду;
 - роль джерела живлення, польового транзистора та резистора навантаження в підсилювачі.
6. В яких приладах шкільного кабінету фізики у якості елементної бази використовують польові транзистори?
7. У підсилювачах шкільного радіовузла використовують аперіодичні каскади на біполярних транзисторах. Визначте (використовуючи електричну схему і технічний паспорт):
 - ширину спектра сигналів, що поступають на підсилювач;

- які перетворення сигналу відбуваються в каскадах підсилювача на шляху проходження сигналу;
- який режим роботи транзистора необхідно забезпечити, щоб уникнути спотворення сигналу в тракті;
- які фізичні явища лежать в роботі каскадів з резистивним і трансформаторним навантаженнями;
- які фізичні явища і елементи кола задають параметри підсилювача;
- як впливає опір динамічного гучномовця на режим підсилення вихідного каскаду.

8. У високочастотному генераторі шкільного приладу (ГУК-1) використовують підсилювач на біполярних транзисторах. Вкажіть (використовуючи принципову електричну схему і технічний паспорт генератора):

- можливі типи режимів при роботі резонансного підсилювача;
- які фізичні явища лежать в основі роботи резонансного підсилювача та як вони пов'язані з його параметрами;
- як пов'язані параметри підсилювача зі схемою включення транзистора;
- які фізичні явища лежать в основі роботи резонансного підсилювача, що має індуктивний і ємнісний зв'язок із наступним каскадом;
- як здійснюють термостабілізацію транзисторного резонансного підсилювача.

9. Смуговий підсилювач на біполярному транзисторі зібраний за схемою з загальним емітером і трансформаторним виходом. Визначіть:

- який режим роботи можливий в такому каскаді;
- які фізичні явища лежать в основі роботи смугового підсилювача і як вони пов'язані з його параметрами;
- які фізичні закони і теорії використовують для розрахунку параметрів каскаду за постійним струмом;
- які фізичні поняття використовують для технічного опису пристрою;
- як залежить форма АЧХ підсилювача від характеру зв'язку між контурами в навантаженні каскаду;

- який існує зв'язок між спектром підсилювального сигналу і потрібною смугою пропускання каскаду;
- як впливає тип транзистора на параметри підсилувача;
- в яких приладах побутового призначення можна застосувати смуговий підсилувач.

10. Шкільний радіовузол у вихідному каскаді має двотактний підсилувач потужності з трансформаторним виходом. Поясніть:

- чим обумовлено використання підсилувача потужності в якості вихідного каскаду;
- які фізичні явища лежать в основі роботи підсилувача потужності в якому використовують біполярні транзистори як підсилювальні елементи;
- який зв'язок параметрів підсилувача з фізичними явищами, що лежать в основі його роботи;
- чи можлива робота підсилувача без під'єднання ліній навантаження;
- які відмінності між попередніми і вихідними каскадами підсилувачів низької частоти;
- в яких шкільних приладах, технічних засобах навчання чи макетах для постановки демонстраційного експерименту в школі застосовують подібні каскади;
- в яких пристроях, що виготовляють у гуртках технічної творчості, можна застосувати підсилувач потужності.

11. У підсилувачах напруги і потужності для покращення його параметрів використовують негативний зворотний зв'язок. Поясніть:

- для покращення яких параметрів підсилувача використовують негативний зворотний зв'язок (за постійним струмом, за змінним струмом);
- за допомогою яких елементів каскаду здійснюють негативний зворотний зв'язок;
- які фізичні явища забезпечують отримання негативного зворотного зв'язку за постійним струмом;
- за допомогою яких законів, теорій розраховують величину зворотного зв'язку;

– які теми шкільного курсу фізики потребують знань фізичних основ роботи підсилювачів із зворотним зв'язком.

Додаток Л

Задачі з науково-історичним змістом

Задача 1. Згідно з моделлю англійського фізика Дж. Дж. Томсона (1856-1940) атом схожий на кекс із родзинками: по об'єму атома рівномірно розподілений позитивний заряд, у середині якого розташовані електрони. Обрахувати відповідно до моделі Томсона радіус атома водню, якщо довжина хвилі, що випромінюється ним, становить 600 нм.

У процесі розв'язування отримуємо значення радіуса атома $R \approx 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$, що узгоджується з моделлю Томсона.

Задача 2. Згідно з планетарною моделлю Резерфорда в атомі є додатньо заряджене ядро, навколо якого обертаються електрони. Довести, що відповідно до класичних уявлень такий атом нестійкий і не повинен давати лінійчастий спектр (аргумент проти планетарної моделі).

Конфлікт планетарної моделі атома з класичною механікою та електродинамікою був розв'язаний Н.Бором у 1913 році. Сутність побудованої ним теорії воднеподібного атома розкриваємо також у процесі розв'язування відповідної задачі.

Для розкриття методологічного значення принципу відповідності, який сформулював Н.Бор, розглядаємо таку задачу.

Задача 3. Принцип відповідності, сформульований Н.Бором щодо борівської теорії атома стверджує: при великих квантових числах висновки і результати цієї теорії повинні збігатися з класичними. Використовуючи цей принцип, доведіть, що зі збільшенням головного квантового числа n відбувається зближення енергетичних рівнів електрона, що відповідає класичним уявленням про неперервну зміну енергії.

Від теорії Бора логічно переходимо до її експериментального підтвердження – досліду Франка-Герца, зміст якого також розкриваємо у процесі розв'язування задачі.

На завершення звертаємо увагу на труднощі борівської теорії, що зумовлені її напівкласичним характером, та конкретизуємо їх у процесі розв'язування наступної задачі.

„3-й Закон Кеплера і мікросвіт”. Перевірте справедливість 3-го закону Кеплера в мікросвіті. У процесі розв'язування цієї задачі розв'язуємо такі питання:

1. Сутність 3-го закону Кеплера.
2. Модель атома Бора.
3. Застосування 2-го закону Ньютона до руху електрона в атомі.

Задача 4. У чому полягає причина невдалих спроб побудови на основі теорії Бора моделей більш складних атомів, ніж атом водню?

При розробці задач МП характеру, які реалізують зв'язки фізики, історії фізики, математики, вибрано розділ електродинаміка. Історія його зародження і розвитку пов'язана не тільки з іншими розділами фізики, але й розвитком математики, використанням її апарату для створення нових фізичних моделей, концепцій і теорій. Історія електродинаміки є найбільш повчальною складовою розвитку МПЗ фізики, історії фізики і математики, адже в ній зосереджені дискусії з методологічних проблем, еволюція фундаментальних фізичних понять, боротьба різних концепцій, що, у свою чергу, призводить до прогресу.

У процесі розв'язування задач використовувався діалог як основний засіб формування і розвитку наукових знань.

Задача 5. На базі історичних відомостей у формі діалогу показати, як зароджувалось вчення про електрику і магнетизм у період з XVI століття до середини XVIII і яку роль відіграли МПЗ фізики і математики.

Основні питання, що вирішуються в процесі розв'язування цієї задачі, такі:

1. Що було основним джерелом пізнання при зародженні вчення про електрику і магнетизм?
2. Чи довго тривав односторонній підхід до джерел пізнання?
3. У яких роботах знайшли відображення теоретичні методи фізичного дослідження?

Задача 6. На базі історичних відомостей показати, яким чином Джеймс Кларк Максвелл надав теорії електрики і магнетизму математичну форму.

Задача 7. На базі історичних відомостей показати, які методологічні шляхи побудови нової теоретичної концепції електромагнетизму Максвелла.

Додаток М

Ділова гра „Форми навчальних занять, що сприяють здійсненню МПЗ”

Мета: - виявлення рівня підготовки студентів з означеної проблеми;

- формування вмінь виступати з використанням елементів дискусії;
- формування навичок співпраці в процесі розв’язування методичної проблеми.

Підготовчий етап:

1. Вивчити рекомендовану літературу.
2. Розглянути питання:
 - а) які форми занять мають колективний характер?;
 - б) які функції виконують комплексні форми навчальних занять?;
 - в) відмінність комплексних форм навчальних занять від сучасної системи навчальних занять?
3. Моделювання міжпредметного уроку.

Вступна частина гри

1. Учасники гри поділяються на команди з 4-х студентів, вибирають її керівника.
2. Розподіл ролей (ведучий, експерти).

Хід гри.

1. Організаційна частина.

Повідомлення ведучого про мету гри, основні її етапи: розминка, розробка і захист проекту „Форми навчальних занять, що сприяють здійсненню МПЗ”.

2. Розминка (5 хв).

Пропонується в командах у процесі колективного обговорення вибрати оптимальний варіант форми навчальних занять, які сприяють реалізації МПЗ. Керівник команди захищає пропозицію команди. Експерти оцінюють актуальність варіантів відповідей.

3. Розробка і захист проекту (15 хв).

Керівник команди вибирає (методом „жеребкування”) одну з форм комплексних занять (міжпредметний урок, комплексний семінар, лекція міжпредметного змісту, практичні заняття, що потребують комплексного застосування знань, конференції міжпредметного змісту, інтегративні уроки). Розробивши зміст і методiku проведення вибраної форми навчального заняття, представник команди захищає її (10 хв). Виклад повинен бути стислим і аргументованим. У ході захисту проекту заняття члени інших команд та експерти мають право ставити питання, висловлювати заперечення, а також пропозиції. Все це оцінюють експерти. При цьому враховується коректність, стиль спілкування, науковий рівень відповідей і запитань.

4. Підбиття підсумків.

Експертна група характеризує роботу кожної бригади щодо організованості, теоретичного рівня підготовленості, вміння реалізувати теоретичні знання в практичну розробку однієї з форм занять. Оцінка результатів роботи здійснюється на основі розроблених критеріїв.