

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА

На правах рукопису

БЕНДЕС Юрій Петрович

УДК 378.371:53

**ТЕОРЕТИКО–МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ
МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ
ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)

ДИСЕРТАЦІЯ

на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук

Науковий консультант
Сиротюк Володимир Дмитрович
доктор педагогічних наук, професор

Київ – 2014

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ.....	21
1.1. Особливості підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій в контексті специфіки телекомунікаційної галузі	21
1.2. Місце та роль фізики в системі підготовки інженерів телекомунікаційного профілю.....	42
1.3. Технологічний підхід у навчанні фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації».....	53
1.4. Інформаційно-комп'ютерні технології як умова оновлення цілей та змісту навчання фізики інженерів телекомунікаційного профілю.....	77
Висновки до розділу 1.....	90
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ ФІЗИКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	92
2.1. Методична система використання інноваційних технологій навчання фізиці студентів напряму підготовки «Телекомунікації».....	92
2.2. Використання контрприкладів з метою стимуляції пізнавальних процесів.....	117
2.3. Використання інноваційних технологій при реалізації міжпредметних зв'язків	151
2.3.1. Міжпредметні зв'язки під час навчання фізики і метрології у підготовці інженерів телекомунікацій.....	151
2.3.2. Вивчення теми «Електромагнітні коливання» на основі міжпредметних зв'язків фізики та математики.....	160
2.3.3. Використання комп'ютерних технологій під час вивчення дисципліни «Фізика оптичного зв'язку».....	170
2.3.4. Використання комп'ютерних технологій під час вивчення теми «Напівпровідники» на основі міжпредметних зв'язків дисциплін «Фізика» і «Хімія та електрорадіоматеріали».....	183
Висновки до розділу 2.....	193
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ «ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ».....	195
3.1. Модель засвоєння актуальних для майбутньої професійної діяльності знань при вивченні розділу «Електромагнітні хвилі».....	195
3.2. Створення комп'ютерних моделей для дослідження властивостей поширення електромагнітних хвиль з використанням навчально-методичного комп'ютерного комплексу «eФізика»	212
3.3. Методика застосування комплексу «eФізика» для вивчення явищ інтерференції і дифракції радіохвиль та поляризації світла.....	

235	
	Висновки до розділу 3.....255
	РОЗДІЛ 4. ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ У НАВЧАЛЬНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ З ФІЗИКИ.....256
	4.1. Використання інформаційно-телекомунікаційних технологій у навчальному експерименті з фізики.....256
	4.2. Розробка та використання комп'ютерної лабораторії у навчальному експерименті з фізики276
	4.3. Використання методу проектів у процесі підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій.....295
	Висновки до розділу 4.....319
	РОЗДІЛ 5. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ.....321
	5.1 Застосування комплексного триєдиного підходу при проведенні лабораторних робіт з електрики і магнетизму.....321
	5.2 Застосування комп'ютерного забезпечення під час проведення лабораторних робіт з розділів «Коливання» і «Хвилі».....340
	5.3 Методика використання комп'ютерних технологій під час проведення лабораторних робіт з розділу «Фізика твердого тіла».....369
	Висновки до розділу 5.....382
	РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ.....384
	6.1. Загальна характеристика експериментального етапу дослідження.... 384
	6.2. Констатувальний та пошуковий етапи педагогічного експерименту393
	6.3. Впровадження та аналіз ефективності застосування інноваційних технологій у навчальному процесі.....416
	Висновки до розділу 6.....429
	ВИСНОВКИ.....431
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....438
	ДОДАТКИ493

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЦП – аналого-цифровий перетворювач
ВОЛЗ – волоконно-оптична лінія зв'язку
ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології
МК – мікроконтролер
ОКХ – освітньо-кваліфікаційна характеристика
ОПП – освітньо-професійна програма
ПК – персональний комп'ютер
ФОЗ – фізика оптичного зв'язку
ІТ & Т – інформаційні технології та телекомунікації

ВСТУП

Стрімке зростання кількості інформації, необхідність швидкої комунікації та обміну даними вимагають упровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) практично в усі сфери людської діяльності. Актуальною проблемою соціально-економічного і науково-технічного розвитку суспільства є збільшення ефективності інформаційних процесів, яке вимагає відповідності освітнього і культурного рівня людини сучасним досягненням науки і техніки. В Україні у 2013 році споживачам надано телекомунікаційних послуг на 48,6 млрд. грн. Стратегія України в сфері освіти спрямована на інтенсивний розвиток інформатики та програмування, комп'ютерних і комунікаційних технологій. Зокрема діють такі програми, як «ІКТ-освіта без кордонів», «Сто процентів» (забезпечення комп'ютерними комплексами загальноосвітніх навчальних закладів у співробітництві з фірмами Microsoft і Intel). Розвивається мережа електронних бібліотек з доступом навчальних закладів до світових інформаційних ресурсів, впроваджується система дистанційного навчання (в тому числі on-line). Бурхливий розвиток і поширення мереж та систем зв'язку роблять актуальним завдання підготовки висококваліфікованих фахівців у сфері телекомунікацій. Загальні принципи освітньої політики України щодо професійної підготовки майбутніх фахівців означені у таких законодавчих документах, як Закон України «Про вищу освіту», Національна доктрина розвитку освіти України, державній національній програмі «Освіта» (Україна XXI століття) і орієнтовані на доступність та ефективність освіти. Одним із головних завдань, які ставляться перед освітньою галуззю, на чому наголошується у законі України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки», є запровадження у вищих навчальних закладах відповідно до потреб суспільства підготовки фахівців за спеціальностями у сфері інформаційно-телекомунікаційних (ІТ & Т) технологій. Наприклад, за останнє десятиріччя відбулася радикальна трансформація робочого місця сучасного інженера (стаціонарне, переносне, особистий логін-пароль), що викликано як розвитком апаратних, так і програмних складових.

Необхідність ефективної підготовки молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві потребує впровадження сучасних комп'ютерних технологій в освітню діяльність. Особливо гостро постає проблема якісної підготовки фахівців телекомунікаційної галузі, що неможливо без застосування нових інноваційних технологій навчання та професійної спрямованості фундаментальних дисциплін. Підвищення ефективності підготовки фахівців у галузі телекомунікацій тісно пов'язане з посиленням технологічних тенденцій та більш активним використанням накопиченої системи педагогічних технологій. Зміст поняття «педагогічна технологія» в освіті еволюціонував від розуміння його як комплексу технічних пристроїв до систематичної діяльності з планування, здійснення та моніторингу навчального процесу. Для досягнення успіху в освітній діяльності

необхідно сформулювати цілі навчання, визначити методи їх досягнення та створити чіткий алгоритм застосування. Це дозволяє реалізувати технологічний підхід у навчанні, адже педагогічна технологія відображає як стратегічні напрями освітньої системи (освітні стандарти, цільову і змістову спрямованість), так і тактику їх реалізації, окреслює шляхи вивчення конкретного навчального предмету. Елементи технологічного підходу можна знайти у працях видатних педагогів минулого Я. А. Каменського, І. Т.

Песталоцці, А. С. Макаренка, В. О. Сухомлинського. Окремі питання у галузі педагогічних технологій розробляли В. М. Бехтерев, І. Джеймс, Д. Дьюї, Ф. Б. Тейлор, Р. Торндайк, І. П. Павлов. Подальші уточнення поняття «педагогічна технологія» зробили В. П. Безпалько, М. Вулман, Т. А. Ільїна, М. В. Кларін, А. І. Космодем'янська, І. Я Лернер, П. Д. Мітчелл, Г. К. Селевко, М. П. Сибірська, С. Сполдинг, О. К. Філатов, Д. Фінн, А. В. Фурман, Д. В. Чернилевський, М. А. Чошанов та ін. Активну дискусію щодо ролі і місця педагогічної технології в еволюції освіти продовжили у своїх роботах О. О. Автономова, А. М. Алексюк, Е. С. Барбіна, В. І. Бондар, І. Є. Булах, В. В. Вітюк, А. Г. Кармаєв, Ж. А. Меньшикова, Л. О. Мільто, О. М. Пехота, В. В. Радул, С. О. Сисоєва, І. О. Смолюк та ін. На сьогодні під педагогічною технологією розуміють системний підхід до конструювання педагогічної діяльності, спрямованої на досягнення цілей освіти і розвитку особистості з урахуванням технічних і людських ресурсів та їх взаємодії, а головним завданням педагогічної технології вважають оптимізацію навчально-виховного процесу.

Очевидно, що особливого значення педагогічні технології набувають у процесі навчання фізики у технічних вищих навчальних закладах. Роль дисципліни «Фізика» у підготовці фахівців телекомунікаційної галузі визначається, перш за все, тим, що фізика – це фундамент науково-технічного прогресу, наукова основа сучасної техніки зв'язку. Фізика є базовою дисципліною для вивчення таких дисциплін, як «Антени і поширення радіохвиль», «Електричні та квантові прилади НВЧ», «Електрозабезпечення», «Електротехнічні пристрої», «Основи схемотехніки», «Основи телебачення», «Теорія електричних кіл», «Технічна електроніка», «Фізика оптичного зв'язку», «Хімія та електрорадіоматеріали» та інших. При вивченні фізики забезпечуються можливості для ефективного здійснення професійної спрямованості навчання за рахунок поглиблення навчального матеріалу тих розділів фізики, на яких ґрунтується техніка зв'язку, а саме: «Електрика та магнетизм», «Коливання і хвилі», «Хвильова оптика», «Фізика твердого тіла».

Теоретико-методологічні та методичні проблеми розробки та використання інноваційних технологій навчання фізики висвітлили у своїх працях такі науковці, як П. С. Атаманчук, Л. Ю. Благодаренко, О. І. Бугайов, С. У. Гончаренко, О. М. Дон, М. І. Жалдак, І. О. Іваницький, В. Ф. Заболотний, А. І. Касперський, Є. В. Коршак, А. І. Павленко, О. В. Сергеев, В. П. Сергієнко, В. Д. Сиротюк, І. І. Тичина, М. І. Шут та ін. У процесі навчання фізики особливе місце відводиться комп'ютерним технологіям. Оптимальні умови реалізації освітнього потенціалу комп'ютерних технологій навчання майбутніх

фахівців у галузі телекомунікацій забезпечуються системним використанням візуалізації навчальної інформації, безпосереднім зворотним зв'язком між користувачем та засобами комп'ютерних технологій, автоматизацією процесів інформаційно-методичного забезпечення, організацією управління навчальною діяльністю, контролю за результатами засвоєння знань. Створення особистісно-орієнтованої комп'ютерної системи навчання органічно узгоджується із провідними ідеями Болонського процесу відносно трансформації навчальної діяльності у процес переважно самостійного опрацювання навчального матеріалу та поєднання навчання з науковими дослідженнями.

Враховуючи важливість професійної підготовки фахівців у галузі телекомунікацій, сьогодні робляться спроби її вдосконалення шляхом перегляду навчальних планів і програм, введення ступеневої системи освіти, що забезпечить розв'язання принципів суперечностей між:

- реорганізацією й ускладненням змісту інженерної освіти, пов'язаними зі зміною освітньої концепції і скороченням навчального часу, відведеного для його засвоєння;

- традиційною системою підготовки майбутніх інженерів, яка передбачає формування знань і умінь, та потребою в індивідуальному пошуково-творчому характері їх практичної діяльності, прогностичній спрямованості професійної компетентності, орієнтованої на інформаційне суспільство, основні риси якої окреслені у Законах України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» та «Про телекомунікації»;

- швидкими змінами у галузі телекомунікацій та відсутністю професійної готовності до роботи у таких умовах майбутнього інженера-телекомунікаційника, який у процесі традиційного навчання не набув здатності ефективно діяти і приймати рішення в реальних життєвих і виробничих ситуаціях;

- значним науковим доробком у галузі інформаційно-комунікаційних технологій і фактичною відсутністю методичних підходів до застосування сукупності різноманітних ІКТ у навчанні фізики студентів напряму підготовки 050903 «Телекомунікації»;

- інтенсивною технологізацією навчального процесу, оснащенням університетів сучасними комп'ютерними системами та недостатнім рівнем розроблення науково обґрунтованих інноваційних технологій навчання фізики, зокрема щодо активного застосування комп'ютерних навчально-методичних комплексів на всіх етапах навчання.

Для розв'язання цих суперечностей необхідним є дослідження генезису та змістових особливостей застосування інноваційних технологій в освіті, розгляд переваг та недоліків кожної з них. Це створить реальні можливості для розв'язання проблеми впровадження інноваційних технологій навчання при вивченні фундаментальних і професійних дисциплін у технічних вищих навчальних закладах, формування інструментальної та професійної компетентностей. Проте професійно орієнтована підготовка майбутніх

фахівців телекомунікацій ускладнюється відсутністю обґрунтованого концептуального підходу до її організації, навчально-методичного забезпечення та досвіду його упровадження.

Отже, суттєве поліпшення підготовки майбутнього фахівця у галузі телекомунікацій, посилення її прогностичної спрямованості можливе лише за умови розробки теоретичних і методичних основ використання інноваційних технологій навчання фізики. Вимагають перегляду зміст, форми, методи і засоби вивчення дисципліни «Фізика» студентами-телекомунікаційниками, що дозволить не лише підвищити рівень їх фундаментальної підготовки, але й забезпечити готовність майбутнього інженера до використання інноваційних технологій у професійній діяльності. Необхідним є також розроблення комплексу апаратних і програмних засобів, які забезпечать проведення автоматизованих лабораторних і навчально-дослідницьких робіт на фізичних і технічних об'єктах, оскільки сучасні досягнення цифрової техніки та комп'ютерних технологій значно випереджають матеріальну базу й технологію навчального експерименту у технічних вищих навчальних закладах.

Недостатня розробленість вищезазначених проблем у теорії і практиці вищої школи зумовлює **актуальність** дисертаційної роботи «**Теоретико-методичні засади навчання фізики майбутніх фахівців телекомунікацій з використанням інноваційних технологій**».

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

Дисертаційна робота виконана відповідно до завдань наукових програм: кафедри фізики, математики та хімії Полтавського військового інституту зв'язку «Інноваційні педагогічні технології при викладанні фізики» (протокол № 2 від 21 жовтня 2004 року) та кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова «Зміст, методи, форми і засоби підготовки майбутнього вчителя» (протокол № 5 від 23 грудня 2006 року).

Тему докторської дисертації затверджено на засіданні Вченої ради Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протокол № 11 від 27 квітня 2010 року) та узгоджено у Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 9 від 21.12.2010 року).

Об'єкт дослідження: процес навчання фізики в технічних вищих навчальних закладах.

Предмет дослідження: теоретичні та методичні засади навчання фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації» з використанням інноваційних технологій як засобів підвищення рівня їх професійної та інструментальної компетентностей.

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні та створенні методичної системи навчання дисципліни «Фізика» і комп'ютерного навчально-методичного комплексу на основі запровадження інноваційних методів і прийомів, спрямованих на забезпечення єдності фундаментальної і професійної

підготовки майбутніх фахівців у галузі телекомунікацій.

Відповідно до мети дослідження були поставлені такі **завдання**:

1. Здійснити аналіз наукової, психолого-педагогічної, методичної літератури і дисертаційних робіт, які присвячені проблемі використання інноваційних технологій у навчанні фізики, проаналізувати теоретико-методологічні засади концепції навчання майбутніх фахівців у галузі телекомунікацій з метою визначення оптимальних умов для ефективної реалізації потенціалу інноваційних технологій. Виявити тенденції розвитку інноваційних технологій навчання фізики, проаналізувати їх сучасний стан та перспективи впровадження у процес підготовки фахівців телекомунікаційної галузі.

2. Визначити підходи до розв'язання проблем використання інноваційних технологій у процесі вивчення фізики студентами напряму підготовки «Телекомунікації». Теоретично обґрунтувати і створити методичну систему навчання дисципліни «Фізика» майбутніх фахівців телекомунікацій.

3. Теоретично обґрунтувати, розробити і впровадити у практику навчання комп'ютерне моделювання фізичних явищ та процесів, що є професійно значущими для майбутніх телекомунікаційників, як форму навчально-дослідницької роботи.

4. Уточнити дидактичні вимоги і оптимальну структуру сучасних програмно-педагогічних засобів з фізики; наявних апаратних засобів для проведення навчального фізичного експерименту; способів реалізації інтерфейсів підключення зовнішніх пристроїв до персонального комп'ютера (ПК) та типів аналого-цифрових перетворювачів АЦП, що використовуються у комп'ютерних фізичних вимірювальних лабораторіях. Провести їх порівняльний аналіз та оцінку. Здійснити класифікацію апаратних засобів для проведення навчального фізичного експерименту.

5. Розробити програмно-педагогічний комплекс «eФізика», який ґрунтується на сучасній елементній базі, забезпечує можливості для широкого застосування передових технологій, автоматизації процесу фізичних досліджень, керування експериментом та реалізації проектної технології. У складі комплексу розробити: електронний навчальний посібник; інтерактивний курс лекцій; моделюючі програми; пристрої і програми для проведення вимірювань і керування реальним фізичним експериментом; систему тестового контролю; цифрову вимірювальну установку із використанням АЦП та мікроконтролерів (МК). Теоретично обґрунтувати та розробити методику використання програмно-педагогічного комплексу «eФізика».

6. Розробити та реалізувати комплексне використання інформаційних технологій Web 1.0 та Web 2.0 у навчальному процесі з фізики.

7. Теоретично обґрунтувати доцільність триєдиного підходу до проведення лабораторних робіт з фізики, розробити відповідне навчально-методичне забезпечення та впровадити його у навчальний процес.

8. Здійснити експериментальну перевірку ефективності розроблених методичної системи навчання дисципліни «Фізика» та методики застосування

навчально-методичного комплексу «eФізика».

На всіх етапах дослідження відповідно до задач застосовувались відповідні **методи дослідження**: *аналіз* – з метою виокремлення шляхів розв’язання проблем підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій; стандартів вищої освіти, психолого-педагогічної, навчально-методичної, наукової літератури з проблеми дослідження; педагогічного досвіду застосування інноваційних технологій у процесі навчання фізики студентів технічних вищих навчальних закладів; проблем застосування інноваційних комп’ютерних технологій у процесі навчання фізики; оцінювання результатів педагогічного експерименту; *синтез* – для виявлення найбільш доцільного складу навчально-методичного комплексу з фізики, призначеного не лише для підвищення рівня знань студентів, але для формування розвитку їх пізнавальної самостійності, інформаційної культури, інтелекту, підготовки студентів до подальшої професійної діяльності; *моделювання* – для створення інноваційних моделей навчання фізики, які забезпечують активну позицію студентів у всіх видах навчальної діяльності; *спостереження* навчально-виховного процесу з фізики у технічних вищих навчальних закладах з метою визначення його закономірностей; *анкетування* – з метою виявлення стану підготовленості майбутніх фахівців телекомунікацій до здійснення професійної діяльності; *поточний і підсумковий контроль* – для виявлення рівнів навчальних досягнень студентів з фізики за умов упровадження інноваційних технологій навчання; *апробація* створеної навчально-методичної системи навчання фізики, розроблених навчально-методичного комплексу «eФізика» та освітнього сайту HYPERLINK "http://www.efizika.org.ua" www.efizika.org.ua; *методи математичної статистики* на етапі оброблення результатів комплексного педагогічного експерименту.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

- *вперше* запропоновано методичну систему навчання фізики студентів технічних вищих навчальних закладів за напрямом підготовки «Телекомунікації», яка ґрунтується на використанні інноваційних технологій навчання, що передбачають комплексне запровадження педагогічних методів і прийомів залучення студентів до активної навчально-пізнавальної діяльності;
- *вперше* запропоновано комп’ютерний навчально-методичний комплекс «eФізика», у якому ефективно поєднані освітній і методичний контенти, моделюючі програми та універсальні комп’ютерні вимірювальні пристрої найбільш доцільним та економічним способом;
- *вперше* для студентів напряму підготовки «Телекомунікації» створено освітній сайт HYPERLINK "http://www.efizika.org.ua" www.efizika.org.ua, який дозволяє забезпечити інтенсивну багатосторонню комунікацію у процесі вивчення фізики студентами напряму підготовки «Телекомунікації» і передбачає конструювання знань, умінь і компетентностей самим студентом;
- *вперше* запропоновано методичні підходи до формування у студентів напряму підготовки «Телекомунікації» професійно спрямованих знань у процесі вивчення фізики на основі моделювання професійно значущих

фізичних явищ і процесів, що дозволяє реалізувати діяльнісний підхід як один із основних принципів дидактики;

– *вперше* запропоновано класифікацію комп'ютерних фізичних вимірювальних лабораторій;

– *вперше* обґрунтовано доцільність і ефективність використання інноваційних технологій у процесі навчання фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації»; функціональні особливості та підходи до реалізації таких основних складових методичної системи навчання фізики майбутніх фахівців галузі телекомунікацій, як технології використання контрприкладів, інформаційно-телекомунікаційних проектів та міжпредметних зв'язків; методичного комп'ютерного комплексу «eФізика» та освітнього сайту HYPERLINK "http://www.efizika.org.ua" www.efizika.org.ua; необхідність реалізації у проведенні лабораторних робіт з фізики із використанням комп'ютерних технологій триєдиного підходу, який полягає у комплексному застосуванні моделювання, вимірювання за допомогою комп'ютерної техніки та роботи з реальними лабораторними установками;

– *удосконалено* існуючі апаратні засоби для проведення навчального фізичного експерименту, способи реалізації інтерфейсів під'єднання зовнішніх пристроїв до ПК;

– *дістали подальшого розвитку* методичні підходи до розробки компонентів навчально-методичного і дидактичного забезпечення фундаментальної підготовки фахівців у галузі телекомунікацій.

Практичне значення дослідження полягає у розробленні і впровадженні модульних планів та планів вивчення модулів у вигляді таблиць та графіків з метою організованого проведення навчальної роботи та її керування, забезпечення рівномірності навантаження студентів протягом семестру; технології активного застосування контрприкладів, яка забезпечує корекцію помилок, формування особистості з інноваційним типом мислення та розвиток творчого мислення; технології використання міжпредметних зв'язків, які полегшують трансформацію понять, теорій і моделей фізики в іншу дисципліну; технології застосування інформаційно-телекомунікаційних проектів; методичних рекомендацій щодо використання контрприкладів, інформаційно-телекомунікаційних проектів та міжпредметних зв'язків у процесі навчання фізики, компонентів навчально-методичного і дидактичного забезпечення фундаментальної підготовки фахівців у галузі телекомунікацій.

Створено та впроваджено у процес навчання дисципліни «Фізика» майбутніх фахівців телекомунікацій:

– посібник «Лабораторний практикум з фізики на базі персонального комп'ютера» (рекомендовано Вченою радою Полтавського військового інституту зв'язку, протокол №33 від 20 вересня 2004 року);

– посібник «Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт з фізики з використанням персонального комп'ютера» (рекомендовано Вченою радою Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка, протокол №9 від 26 березня 2012 року);

– навчально-методичний посібник «Лабораторний практикум з фізики з використанням персонального комп'ютера» (рекомендовано Вченою радою Полтавського військового інституту зв'язку, протокол №20 від 19 червня 2006 року; гриф «Міністерства оборони України», лист директора Департаменту військової освіти Міністерства оборони України за №263/2466 від 15.06.2007 р.);

– посібник «Методичні вказівки та контрольні-тренувальні вправи для студентів-заочників» (рекомендовано Вченою радою Полтавського військового інституту зв'язку, протокол №18 від 16 травня 2002 року);

– монографію «Використання інформаційних технологій у процесі навчання фізики в технічних навчальних закладах» (рекомендовано Вченою радою Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, протокол №3 від 28 жовтня 2010 року);

– комп'ютерний навчально-методичний комплекс «eФізика» та освітній сайт.

Застосування створених методичної системи навчання фізики, навчально-методичного комплексу «eФізика» та сайту www.efizika.org.ua забезпечує належну інформаційну та телекомунікаційну підтримку навчально-методичного комплексу, який спрямовано на навчання фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації». Результати дослідження можуть бути використані при розробленні інформаційно-методичних комплексів з фізики для студентів технічних вищих навчальних закладів, створенні мультимедійних засобів та формування комп'ютерно орієнтованих навчальних середовищ, розв'язанні проблеми забезпечення доступу студентів і викладачів до інформаційних ресурсів та цифрових баз даних.

Результати дисертаційного дослідження **впроваджені** у навчально-виховний процес: Полтавського військового інституту зв'язку (довідка № 32 від 14.11.2005 р.); факультету засобів військового зв'язку Військового інституту телекомунікацій та інформатизації НТУУ «КПІ» (довідка № 2/86/20–189 від 4.08.2008 р.), Севастопольського військово-морського інституту (довідка № 442 від 2.06.2008 р.); Полтавського нафтового геологорозвідувального технікуму ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка (довідка №228 від 6.12.2013 р.); Львівського коледжу «Інфокомунікації» Національного університету «Львівська політехніка» (довідка №168 від 13.12.2013 р.); Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (довідка 236/45 від 16.10.2013 р.); Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (довідка №308/01-11 від 12.03.2014р.).

Особистий внесок здобувача у працях, опублікованих разом із співавторами полягає у визначенні концептуальних аспектів досліджуваної проблеми [37], [40], [50], [54], [61] обґрунтуванні методичних підходів до створення інноваційних моделей навчання [55], [60], [69], [70], [71] здійсненні комплексу психолого-педагогічних досліджень з проблем створення й ефективного використання у навчальному процесі інформаційних технологій [80] та формування комп'ютерно орієнтованих середовищ [38], [42], [47], [53], [

65], [72], [73]. У навчальному посібнику «Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт з фізики з використанням персонального комп'ютера» [56] розроблено навчально-методичне забезпечення для підвищення рівня виконання студентами лабораторних робіт. У навчальному посібнику «Електрика і магнетизм» [67] розроблено першу і четверту главу та здійснено загальне редагування.

Апробація дослідження. Результати дослідження доповідалися та обговорювалися: на Міжнародній конференції присвяченій 200-річчю з дня народження М.В. Остроградського (Полтава, 2001); Міжнародній конференції «Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти» (Херсон, 2002); на Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Формування загальнолюдських та національних цінностей в учнів і студентів під час вивчення природничо-математичних дисциплін» (Херсон, 2003); на 7-му Міжнародному молодіжному форумі «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке» (Харків, 2003); на IV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (Кривий Ріг, 2004); на звітній науковій конференції викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету ПДПУ (Полтава, 2005); на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Кредитно-модульна технологія навчання та методичне забезпечення контролю якості успішності» (Полтава, 2006); на II Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих учених в СевНТУ (Севастополь, 2006); на VI Всеукраїнській науково-практичній конференції «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (Кривий Ріг, 2006); на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Освітнє середовище як методична проблема» (Херсон, 2006); на II Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології навчання в сучасній дидактиці вищої школи» (Полтава, 2007); на XV міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (Харків, 2007); на VII міжнародній науково-методичній конференції «Сучасний український університет: теорія і практика впровадження інноваційних технологій» (Суми, 2008); на IV Всеукраїнській науково-технічній конференції «Актуальные вопросы теоретической и прикладной биофизики, физики и химии. БФФХ – 2008» (Севастополь, 2008); на Міжнародній науково-методичній конференції «Вища освіта в контексті Болонського процесу» (Полтава, 2008), на VI Всеукраїнській науково-технічній конференції «Актуальные вопросы теоретической и прикладной биофизики, физики и химии. БФФХ – 2010» в СевНТУ (Севастополь, 2010), на III Всеукраїнській науково-практичній конференції «Формування самостійної пізнавальної діяльності учнів та студентів з фізики в умовах сучасного освітнього середовища» (Луцьк, 2010), на 63-ій науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів ПолтНТУ (Полтава, 2011), на Всеукраїнському семінарі «Програми наукової мобільності Європейського Союзу. Дії Марії Кюрі» (Полтава, 2012), на Міжнародній

науковій конференції «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін» (Київ, 2013), на третій Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління» (Белгород, 2013), на Міжнародній науковій конференції «Учение В. И. Вернадского и современность» (Полтава, 2013), на XIX Международной научно-методической конференции «Современное образование: содержание, технологии, качество» (Санкт-Петербург, 2013).

Публікації. Основні результати дослідження опубліковано у 50 наукових працях, серед них: 1 монографія, 4 навчальних посібників; 1 навчально-методичний посібник; 30 статей у наукових фахових виданнях (з них 18 одноосібні); 5 статей у збірниках наукових праць; 9 публікацій у збірниках матеріалів науково-практичних конференцій.

Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата фізико-математичних наук «Акустична спектроскопія ряду олігомерних гліколів» захищена у 1999 році. Матеріали кандидатської дисертації в тексті докторської дисертації не використано.

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків до розділів, висновків, списку використаних джерел (511 найменувань на 54 сторінках), додатків обсягом 44 сторінки. Текст дисертації викладено на 437 сторінках; робота містить 190 рисунків, 31 таблицю, 17 діаграм.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Революційні зміни у телекомунікаційній галузі формують вимоги до підготовки майбутніх фахівців, які значною мірою стосуються дисциплін циклу природничо-наукової підготовки. Основною дисципліною цього циклу для студентів напряму підготовки «Телекомунікації» є курс фізики, ефективно вивчення якого може забезпечити використання інноваційних технологій.

1.1. Особливості підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій в контексті специфіки телекомунікаційної галузі

У наш час ІТ & Т технології (інформаційні технології та телекомунікації) націлені на задоволення не тільки потреб бізнесу підприємств, а й споживачів. Ринок телекомунікаційної галузі в Україні складає близько 6 % валового внутрішнього продукту (ВВП), а серед основних тенденцій розвитку можна назвати насичення ринку голосового мобільного зв'язку (падіння на 4 %) і падіння об'ємів фіксованого зв'язку, а також зростання об'ємів надання широкополосного доступу в Інтернет і, зокрема, з використанням радіотехнологій (зростання на 38 %) [186]. Революція в інтегрованих середовищах трансформує всі аспекти людської діяльності, пов'язані з комунікацією та інформацією. Є значна кількість телекомунікаційних рішень, спрямованих на віртуалізацію товарів, скорочення витрат, збільшення продуктивності праці за рахунок прискорення бізнес-процесів, сприяння обміну інформацією та для підтримки електронних послуг, що орієнтовані на споживачів продукції. Телекомунікації мають серйозний вплив на політичний, економічний та культурний аспекти життя суспільства, оскільки сприяють збільшенню ефективності бізнесу, дають можливість створення нових підприємств, сприяють інтенсифікації міжособистих контактів, надають нові аудіо-, відео- та інші послуги, які також впливають на галузь освіти.

Слово «телекомунікація» має своє коріння у грецькій мові: «теле» означає «на відстані», а «комунікація» – «здатність ділитися», таким чином, буквально означає «обмін інформацією на відстані». Обмін інформацією може відбуватися різними способами: за допомогою димових сигналів (передається тільки один біт інформації), листами через поштову службу, або як передача через електричні чи оптичні носії. Телекомунікації (електрозв'язок) як галузь науки і техніки, що включає сукупність технологій, засобів і методів людської діяльності спрямованих на створення умов для обміну інформацією на відстані шляхом надавання послуг (телефон, телеграф, телефакс, телебачення, Інтернет), встановлює форму спілкування між людьми, яка впливає на їх життєдіяльність [199]. У сьогоденних умовах, телекомунікації втілюють у собі три основних типи трафіку: голосовий трафік; передача даних (трафік

комп'ютерних мереж); телебачення. Телекомунікації – це більше, ніж просто набір технологій, це більше, ніж величезний сегмент світової індустрії, і навіть більше, ніж локомотив економіки. Телекомунікації – це спосіб життя. Телекомунікації впливають на те, де і як ви живете, працюєте, спілкуєтесь, розважаєтесь, служите, навчаєтесь, навчаєте, відпочиваєте, лікуєтесь та забезпечуєте власну безпеку. Телекомунікації мають вирішальну роль у формуванні суспільства і культури, а також у розвитку бізнесу та економіки.

Оскільки інформація має фундаментальне значення для соціально-економічного розвитку, то необхідно враховувати зміни в телекомунікаційних технологіях та потребах користувачів у доступі до інформаційних послуг. Телекомунікації різко змінюються під впливом технологічних інновацій, що призводить до створення нового устаткування та послуг (рис. 1.1).

Ці зміни визначаються низкою тенденцій, що якісно трансформують поняття і зміст звичних нам послуг телефонії і телебачення:

1. **Цифровізація.** Перехід до цифрових сигналів забезпечує високу завадостійкість передачі інформації, що підвищує її якість та надійність, дає змогу об'єднати весь трафік в одному каналі передачі та скоротити вагу і габарити устаткування. Цифрові сигнали дають можливість інтегрувати послуги – об'єднати різномірний трафік (голос, дані, відео) в одному цифровому потоці. Оскільки телекомунікаційні мережі стають повністю цифровими, то весь контент може бути переданий у вигляді потоку бітів. Відео у стисненому вигляді може передаватися по телефонній лінії (128 кбіт), що дає можливість при відносно низькій вартості використовувати його для дистанційного навчання.

2. **Глобалізація.** Телекомунікаційні мережі набули світового характеру (телефонія, Інтернет, стільниковий (GSM) та супутниковий (InMarSat, Global Star) зв'язок.

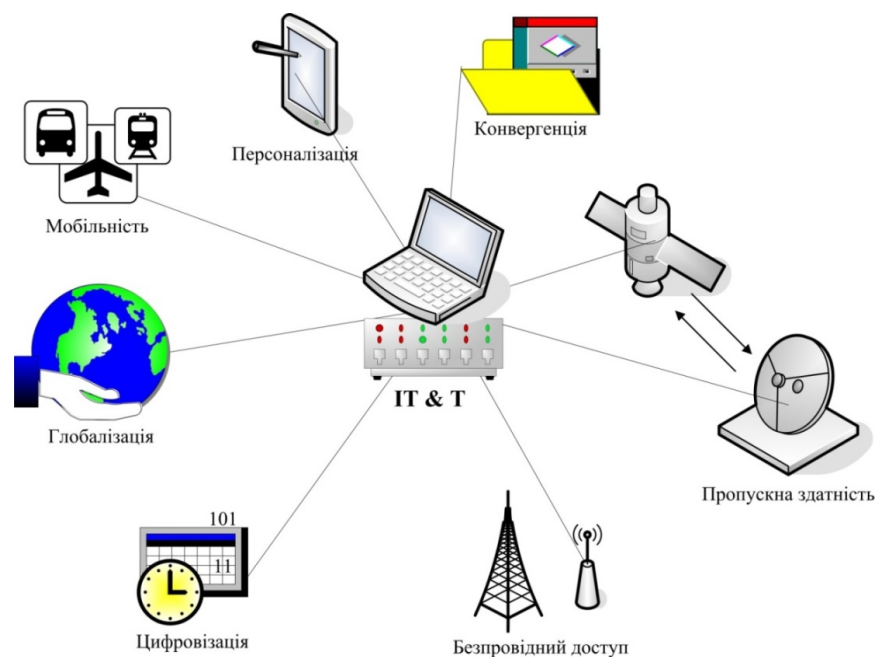


Рис. 1.1. Тенденції зміни інформаційних технологій та телекомунікацій (ІТ & Т технологій)

3. Персоналізація. З появою стільникових та супутникових терміналів телекомунікації прив'язуються не до місцезнаходження терміналу, а до людини (персони), якій він належить.

4. Мобільність. Розвиток безпроводних технологій радіозв'язку забезпечив надання послуг абонентам, які знаходяться у транспортних засобах та перебувають у русі.

5. Пропускна здатність. Пропускна здатність є одним із найважливіших товарів. Історично склалося так, що пропускна здатність була дуже дорогою, навіть на основі спільного використання обмежених фізичних ресурсів, таких як кручена пара мідних провідників чи коаксіальні кабелі. Пропускна здатність у значній мірі використовується на сьогодні для позначення характеристики мережі і, як правило, вимірюється в бітах за секунду (біт/с). Новітні технології, такі як оптичні волокна та супутники зв'язку, мають величезний потенціал щодо перенесення інформації, починаючи від розваг і закінчуючи дистанційними медичною діагностикою та освітою.

6. Безпроводний доступ. Досягнення у галузі безпроводних технологій дають змогу забезпечити обмін контентом фактично у будь-якому, навіть ізольованому місці.

7. Конвергенція. Обробка даних, зображень і відео вступила в епоху мультимедіа, коли контент комбінується в залежності від потреби користувача, тому обмін інформацією стає більш інтенсивним.

Враховуючи всі ці аспекти можна зробити висновок, що для успішної роботи у сфері сучасних телекомунікацій необхідна більш якісна освіта та готовність випускників до розв'язання нових завдань і використання швидкозмінного надсучасного устаткування [63].

Основні завдання щодо розвитку освіти та її докорінного оновлення визначені Законами України «Про освіту» та «Про вищу освіту», Указом Президента України «Про основні напрями реформування вищої освіти в Україні», Національною програмою «Освіта» (Україна XXI століття), іншими документами [197], [198], [304], [431]. Сьогодення вимагає якісних змін у підготовці майбутніх фахівців телекомунікацій (електрозов'язку) – фахівців з передавання, випромінювання та/або приймання знаків, сигналів, письмового тексту, зображень та звуків або повідомлень будь-якого роду по радіо, провідних, оптичних або інших електромагнітних системах, її модернізації й узгодження з потребами життя [199].

Згідно з класифікатором професій ДК 003:2010 до розділу фахівців належать професії, що вимагають знань в одній чи більше галузях природознавчих, технічних і гуманітарних наук. А їх професійні завдання полягають у виконанні спеціальних робіт, пов'язаних із застосуванням положень та використанням методів відповідних наук. До цього розділу належать професії, яким відповідає кваліфікація: молодшого спеціаліста; бакалавра; спеціаліста, який проходить післядипломну підготовку (стажування

); спеціаліста (на роботах з керування складними технічними комплексами чи їх обслуговування) [305].

Отже, фахівці – це спеціалізовані працівники, які розробляють на основі інформації, що вони мають, варіанти вирішення окремих, як правило, функціональних питань виробничого чи управлінського характеру [125, 1330]. Отже, фахівець – це не лише працівник, який одержав підготовку до обраного ним виду трудової діяльності у навчальному закладі, а й висококваліфікована творча людина, яка здатна на професійну самостійність, володіє високими професійно-особистісними якостями та може гнучко переорієнтувати систему своєї діяльності на новій основі з урахуванням темпу змін технологій галузі.

Одним із головних завдань, які ставляться перед освітньою галуззю в Законі України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки», є запровадження у вищих навчальних закладах відповідно до потреб суспільства підготовки фахівців за спеціальностями у сфері інформаційно-телекомунікаційних (ІТ & Т) технологій [349].

На сьогодні ІТ & Т - освіта у нашій країні є збірним поняттям, адже вона ніяк не виокремлюється в освітній системі. У «Переліку-2006» ІТ-бакалаврати розсіяні по різних класифікаційних угрупованнях, а в їх назвах простежується певний дисонанс з назвами галузей знань, до яких їх віднесено [298], [355]. Тому висловлюються пропозиції щодо інтеграції споріднених освітніх комп'ютерних спеціальностей в єдине класифікаційне поле у зв'язку зі спільністю узагальнених структур діяльності фахівців у сфері інформаційно-телекомунікаційних технологій [299].

Телекомунікації тісно і назавжди переплелися з обчислювальними платформами. Це нагадує логічний парадокс про курку і яйце: що первинне, мережі чи програми? Чи потрібний волоконно-оптичний широкосмуговий зв'язок, якщо немає контенту такого об'єму? Чи є сенс створювати 3D віртуальний додаток, коли відсутня можливість для його поширення? Суть в тому, що програми та інфраструктура повинні розвиватися пліч-о-пліч, щоб мати перспективи в майбутньому. Телекомунікації змінюють Інтернет, а Інтернет – телекомунікації.

Телекомунікаційні системи за видом середовища (лінії зв'язку), в якому здійснюється передавання, можна поділити на три великі категорії:

1. Проводовий електрозв'язок здійснюється по мідних двопроводних лініях або коаксіальних кабелях. Нині в Україні переважна більшість абонентських ліній реалізується за допомогою багатожильних електричних кабелів (сілська мережа).

2. Волоконно-оптичні лінії зв'язку (ВОЛЗ) побудовані на оптичних кабелях, які мають величезну пропускну здатність. Головним їх застосуванням є магістральні мережі та високошвидкісні мережі доступу (швидкісний Інтернет, кабельне телебачення).

3. Радіозв'язок реалізується за допомогою радіоканалів різного виду, які створюються у вільному просторі за допомогою радіохвиль. Він має наступні переваги: швидкість розгортання системи зв'язку; можливість роботи з

мобільними абонентами; широкосмуговий режим.

Методи передачі за допомогою радіоканалів реалізуються в наступних системах: супутниковий зв'язок; стільниковий зв'язок; телебачення та радіомовлення; радіорелейний зв'язок; радіодоступ у складних ландшафтних умовах і малозаселених місцевостях. Усі ці види вдало доповнюють провідний електровзв'язок та волоконно-оптичні лінії зв'язку.

Традиційні телекомунікаційні мережі (голосовий зв'язок) допомогли людству перебороти просторові бар'єри, але входження у мультимедійну епоху дає можливість впровадити в усі аспекти фізичної реальності електронні засоби зв'язку. Революція в IT & T-технологіях змінює траєкторію і темп життя, при якому час і відстань більше не є перешкодами для спілкування та ведення бізнесу. Телекомунікації створюють віртуальний світ, який діє на фізичні відчуття, що є ключовими для нашого сприйняття і прийняття рішень у процесі обробки інформації: зір, слух, дотик, рухи. Розвиток сенсорних технологій і мереж у близькому майбутньому дасть змогу з'явитися світу віртуальної чуттєвої реальності, подолає розрив між людьми і машинами. Одним із найбільш значущих видів змін, що відбуваються в обчислювальних і комунікаційних технологіях є введення людських почуттів в електронні потоки інформації. Повсюдна комп'ютеризація призводить до того, що комп'ютери розміщуються у звичайних речах та повсякденних об'єктах навколо нас. Ці нові речі можуть самі подбати про себе, оскільки пов'язані з контентом і програмним додатком. Наприклад, у кінці 2011 року фахівці з MIT Media Lab – медіалабораторії Массачусетського технологічного інституту – розробили апарат Twine (з англ. шнурок, нитка, мотузка) [508]. Цей пристрій може зв'язати будь-які побутові прилади з Інтернетом, соціальною мережею в Інтернеті чи електронною поштою, або іншим сервісом повідомлень. Також новий пристрій має безліч роз'ємів для різних типів з'єднань, у тому числі Wi-Fi, та стане особливо актуальним для таких поширених систем, як «розумний дім». Результатом розвитку цих технологій є розумні холодильники та пральні машини, інтелектуальні печі, розумні шафи та інші меблі, смарт-ліжка, смарт-телевізори, розумні зубні щітки, і нескінченний список інших пристроїв. Завдяки цьому епоха зв'язку типу людина-людина поступається місцем епосі комунікацій машина-машина (рис. 1.2).

Це змінює саму матерію нашого світу і ми стоїмо на порозі створення телекомунікаційного всесвіту. Ці події, за прогнозами, призведуть найближчим часом до збільшення обміну трафіком між машинами до 95%, а традиційний від людини до людини складатиме лише 5% мережевого трафіку.

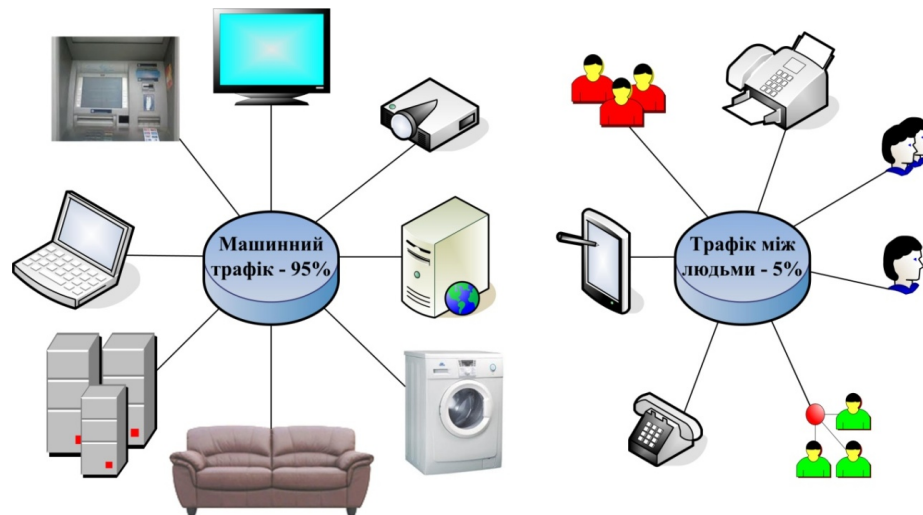


Рис. 1.2. Розподіл телекомунікаційного трафіку

Відстежуючи еволюцію телекомунікаційної галузі можна констатувати той факт, що існує стійка тенденція зближення телекомунікацій та комп'ютерних технологій. Значно зростає відсоток програмного продукту у загальній вартості телекомунікаційних мереж. Усе більше функцій телекомунікаційних систем забезпечується апаратно-програмними або виключно програмними засобами. На сьогодні близько 70 % собівартості телекомунікаційних систем складає інтелектуальна (програмна) вартість, і тільки 30 % – апаратне забезпечення. Це призвело до різкого збільшення потреби у програмних засобах, а отже, до збільшення потреби у фахівцях, які здатні вирішувати ці питання для галузі зв'язку. Задачі, що постають перед галуззю, неможливо розв'язати без застосування сучасних комп'ютерних систем і телекомунікаційних комплексів, які, в свою чергу, потребують сучасного вітчизняного апаратного та програмного забезпечення [239].

Тому важлива подальша інтеграція всіх IT & T-спеціальностей в єдиний класифікаційний сегмент, тому що в наш час обидві галузі все тісніше застосовують аспекти, пов'язані з протіканням і використанням інформаційних процесів, зі структурами, в яких представлена інформація, і процедурами, що використовуються при її обробці та транспортуванні. Інформаційні системи та комунікаційні технології зосереджують увагу на програмному та апаратному забезпеченні з метою їх використання як основного засобу для задоволення потреб організацій. При цьому інформаційні системи зосереджуються на генерації і використанні інформації, а комунікаційні технології – на забезпеченні відповідності та надійності інфраструктури організацій [333], [486].

У Міжнародній стандартній класифікації освіти існує галузь Computing, а у новій редакції Міжнародної стандартної галузевої класифікації всіх видів економічної діяльності (ISIC Rev. 4, 2008) для збільшення релевантності вже утворено класифікаційне угруповання вищого рівня ієрархії – секція J – Інформація і зв'язок (Information and Communication) [495]. Даний підрозділ охоплює виробництво і поширення інформаційних продуктів і продуктів культурного призначення, надання засобів їх передавання або поширення, а

також діяльність в сфері передачі даних, зв'язку, інформаційних технологій, обробки даних. Основними елементами даного класифікаційного поля є діяльність у сфері зв'язку (підрозділ 61) та інформаційних технологій (підрозділ 62):

- 61. Зв'язок. Даний розділ охоплює діяльність по наданню послуг з передавання контенту (голосу, даних, тексту, звукових та відеосигналів). Розбивка на категорії в цьому підрозділі здійснюється у відповідності з типом інфраструктури, що використовується:

611. Діяльність у сфері проводового зв'язку.

612. Діяльність у сфері безпроводового зв'язку.

613. Діяльність у сфері супутникового зв'язку.

- 62. Розробка програмного забезпечення, консультаційна діяльність, що пов'язана з комп'ютерами. Даний підрозділ охоплює наступні види діяльності по наданню професійних послуг в сфері інформаційних технологій: розробка, модифікація, тестування і технічна підтримка програмного забезпечення; планування і розробка комп'ютерних систем, які об'єднують у собі апаратне і програмне забезпечення та технології зв'язку; забезпечення безпосереднього керування і експлуатації комп'ютерними системами і центрами обробки даних клієнта.

Класифікація в освітній галузі визначена у МСКО-97 – Міжнародній стандартній класифікації освіти (ISCED-97 – International Standard Classification of Education):

48. Комп'ютерна справа (Computing):

- комп'ютерні науки (Computer Sciences);

- проектування систем (System Design);

- комп'ютерне програмування (Computer Programming);

- обробка даних (Data Processing);

- мережі (Networks);

- операційні системи (Operating Systems) – тільки розробка програмного забезпечення (розробка комп'ютерного устаткування має класифікуватися у межах інженерних галузей) [286].

52. Інженерія та інженерна справа (Engineering):

- телекомунікація.

Згідно освітньо-кваліфікаційної характеристики бакалавра напряму підготовки 0924 «Телекомунікації», майбутній фахівець повинен бути готовим виконувати наступні виробничі функції: експлуатаційну, технологічну, контрольну, проектувальну, соціально-виробничу і технічну.

В межах функціональних обов'язків майбутнього фахівця телекомунікацій виділено його функції (в дужках позначено орієнтовний зміст функціональних обов'язків інженера як випускника навчального закладу згідно галузевого стандарту вищої освіти України) [139]:

– експлуатаційну: забезпечення нормативної якості функціонування мереж, систем, споруд та засобів електрозв'язку; технічне обслуговування споруд і засобів електрозв'язку (контролювати технічний стан мереж і засобів

електрозв'язку у процесі їх експлуатації; знати фізичні та електротехнічні принципи дії обладнання електрозв'язку (систем комутації та передачі, систем зв'язку з рухомими об'єктами, мереж та ліній зв'язку, радіо та телевізійного мовлення); перевіряти відповідність контрольованих параметрів технічним та технологічним нормам засобів електрозв'язку, доводити їх до нормативних значень, використовуючи вимірювальні прилади, програмні засоби, знання фізичних принципів дії засобів та пристроїв);

– технологічну: монтаж та налагодження пристроїв електрозв'язку; проведення ремонтно-відновлювальних робіт на лінійно-кабельних спорудах електрозв'язку (монтувати та налагоджувати лінійно-кабельні споруди та обладнання електрозв'язку, використовуючи технічну документацію, знання властивостей електрорадіоматеріалів, основ схемотехніки, теорії електричних кіл та теорії електрозв'язку, обчислювальної техніки та мікропроцесорів; знаходити місце пошкодження на діючих лінійно-кабельних спорудах зв'язку, використовуючи результати вимірювань, знання принципів дистанційних вимірювань та фізичних принципів передачі сигналів у кабелях та волокно-оптичних лініях зв'язку);

– контрольну: інспекція правил ведення радіообміну (контролювати дотримання правил користування радіозв'язком згідно з нормативними документами, використовуючи контрольну-вимірювальну апаратуру та знання метрології і фізичних основ радіозв'язку; контролювати рівень радіоперешкод та вимірювати напруженості електромагнітного поля, що утворюються радіоелектронними засобами у різних діапазонах, користуючись сучасними методами вимірювань, контрольну-вимірювальною апаратурою та знаннями технічної електродинаміки);

– проектувальну: участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) систем, мереж, споруд і засобів електрозв'язку (виконувати розрахунки необхідних параметрів проєктованих систем, мереж, споруд і засобів зв'язку з метою досягнення нормативної якості та надійності надання послуг, використовуючи технічну, наукову і довідкову літературу, обчислювальну техніку та мікропроцесори, знання фізичних та електротехнічних принципів дії апаратури електрозв'язку; розробляти технічну документацію проєкту систем, споруд і засобів електрозв'язку за технічними умовами, використовуючи сучасні програмні засоби, знання методів розрахунку електричних кіл);

– технічну: користування комп'ютером та оргтехнікою на робочому місці, ремонт нескладної апаратури та пристроїв зв'язку (створювати та оформляти виробничу, проєктну, експлуатаційну документацію за допомогою засобів комп'ютерної та іншої оргтехніки, використовуючи стандартні пакети прикладних комп'ютерних програм; організувати можливість роботи ПК у будь-якій телекомунікаційній мережі (у тому числі і Internet), використовуючи мережні пакети програм, знання обчислювальної техніки та правил користування нею; визначати місце несправності нескладної апаратури та пристроїв зв'язку (телефонних апаратів, тощо) на робочому місці або в лабораторних умовах майстерні за показниками контрольну-вимірювальних

приладів чи тестів, використовуючи знання елементів апаратури зв'язку та фізичних принципів їх дії);

– інформаційну, яка пов'язана з інтегративною якістю особистості і яка є результатом відображення процесів відбору, засвоєння, переробки, трансформації і генерування інформації в особливий тип предметно-специфічних знань, що дають змогу виробляти, приймати, прогнозувати і реалізовувати оптимальні рішення у сфері професійної діяльності (адаптуватися до зростаючих потоків інформації та наслідків науково-технічного прогресу, постійно поновлювати політичні та соціальні знання, засвоювати новітні світові науково-технічні досягнення у галузі зв'язку, використовуючи сучасні інформаційні технології, знання фундаментальних законів і понять; оцінювати за різноманітними інформаційними джерелами тенденції впливу змін соціально-економічних відносин на техніко-економічний стан свого підприємства та всієї галузі зв'язку; проникнути у сутність явищ і процесів реального світу, критично оцінювати соціальні, економічні, екологічні та інші події і явища у світі та Україні);

– соціально-виробничого характеру: забезпечення заходів охорони праці на підприємствах зв'язку (для фахівців на інженерних посадах) (підтримувати свою кваліфікацію на сучасному рівні, самовдосконалюватись; мати здатність до ефективної комунікаційної взаємодії, сприймати інші точки зору, критично оцінювати й аналізувати їх, виробляти та відстоювати власну точку зору, застосовуючи професійні знання та навички; постійно поновлювати політичні та соціальні знання, засвоювати новітні світові науково-технічні досягнення у галузі телекомунікацій, використовуючи сучасні інформаційні технології, знання понять і фундаментальних законів математики, фізики, хімії; свідомо використовувати фундаментальні наукові знання в пізнавальній і професійній діяльності).

Випускники вищих навчальних закладів працюють в умовах швидкого розвитку науки, техніки, технологій, тому постають проблеми створення передумов для підготовки фахівців нового типу: всебічно освічених, творчих, які вміють швидко адаптуватись до нових економічних умов. У минулі часи, коли зміна технологій здійснювалася протягом кількох поколінь людей, пристосування життєвого досвіду до виробничої діяльності відбувалося поступово і не становило соціальної проблеми.

Професійна підготовка майбутніх фахівців почала набувати соціально-економічного значення лише у другій половині XIX – початку XX століття. І тих знань, які студенти отримували протягом навчання до початку їхньої трудової діяльності, як правило, вистачало до її закінчення, а подальше підвищення кваліфікації залежало, головним чином, від набуття ними виробничого досвіду у сфері своєї діяльності. В крайньому випадку зростаючі вимоги до обсягу професійних знань задовольнялися в основному шляхом продовження попередньої освіти, а потреба в нових спеціальностях – головним чином через професійну підготовку підростаючого покоління [15]. У наш час ситуація радикально змінилася, з'явилися професії і спеціальності,

представники яких відтепер не можуть протягом всього періоду своєї трудової активності опиратись лише на отримані в навчальному закладі загальні і професійні знання. При сучасних надвисоких темпах нагромадження і відновлення знань у даній галузі отримана кваліфікація, природно, знецінюється надто швидко. Погіршує ситуацію і те, що багато професій та спеціальностей можуть втратити своє значення і взагалі зникнути протягом життя одного покоління людей (наприклад, поштар) [15], [368], [489]. Для опису ситуації у США була встановлена своєрідна одиниця вимірювання старіння знань фахівців – так званий «період напіврозпаду компетентності»,

який описується формулою $t = T_{1/2} \cdot \log_2 \left(\frac{1}{1 - \text{зниження знань}} \right)$. Цей термін, що запозичений з ядерної фізики, означає тривалість часу t (з моменту закінчення ВНЗ), коли з появою нової наукової і технічної інформації компетентність фахівців знижується на 50 % [103], [458]. Тому для роботодавця важливим є не те, що потенціальний робітник знає, а те, як вміє оволодівати новими знаннями та навичками [22], [24], [346]. У сучасній промисловості та торгівлі, стверджує Дж. Пітт, «період напіврозпаду» корисного, технологічного знання оцінюється у півтора роки $T_{1/2} = 1,5$ роки. Таким чином, через півтора роки половина первісних технологічних знань робітника виявляється непотрібною, через три роки – вже три чверті.

Зараз же за час трудової діяльності відбувається зміна 5-8 технологій, які змушують людину не тільки пристосовуватися до них (проходити регулярні курси підвищення кваліфікації, перепідготовки тощо), але часом навіть змінювати свою професію. За даними статистики, норма старіння професії в індустріально розвинених країнах складає приблизно 8 років, а в деяких галузях – 5 років, тобто щорічно знецінюється понад 20 % знань кожного фахівця. Такий високий рівень професійної мобільності, при якому людині необхідно через декілька років змінювати свою професію або зміст професійної діяльності, призводить до того, що вона перетворюється у «вічного студента», перед яким постійно постає необхідність набуття, збагачення та поглиблення нових знань [143], [281].

Телекомунікаційна галузь забезпечує набір як традиційних послуг: проводний телефон, кабельне телебачення, так і сучасних: мобільний і супутниковий телефон, широкополосний і мобільний Інтернет, супутникове телебачення. Внаслідок швидкого впровадження нових технологій та послуг телекомунікаційна галузь є однією з найбільш динамічних і швидкозмінних в економіці. Це означає, що працівники галузі мають бути готовими зберігати та підтримувати свої професійні компетенції в актуальному стані. Роботодавці зацікавлені в працівниках, які володіють знаннями та навичками у галузі програмування комп'ютерів і програмного забезпечення голосової телефонної технології, лазерних і волоконно-оптичних технологій, безпроводних технологій, а також стиснення даних. Щоб утримувати на високому рівні власні компетенції і тримати руку на пульсі нових технологій, фахівці телекомунікацій повинні бути готовими продовжувати навчання протягом усієї своєї кар'єри.

Бюро статистики праці Департаменту праці США зазначає, що не дивлячись на зростаючий попит на телекомунікаційні послуги, зайнятість у цій галузі знизиться в середньому на 10 % унаслідок різкого зростання продуктивності праці [487]. Телекомунікаційні робочі місця знаходяться майже в кожній частині України, але більшість співробітників працюють у містах з високою концентрацією промислових і комерційних об'єктів. Тому в умовах швидкого технічного прогресу в галузі телекомунікацій переваги в працевлаштуванні будуть мати ті випускники, які володіють функціональними знаннями, сучасними технічними навичками та відповідними компетенціями. Оскільки середня заробітна платня в галузі телекомунікацій значно перевищує середній заробіток у промисловості, то конкуренція у працевлаштуванні досить значна.

У 1988 р. Вівіан де Ландшеер писав: «...науково-технічний прогрес, що прокладає шлях цивілізації XXI століття, зважаючи на все, обіцяє владу і роботу тим, хто зможе краще за інших розвинути свої вищі інтелектуальні здібності – здатність до аналізу, синтезу, оцінки, а також гнучкість розуму і творчість» [174]. Тому на сьогодні вже ні в кого не викликає сумніву той факт, що в умовах інформатизації суспільства та освіти змінюється парадигма підготовки фахівців,

коригується структура і зміст освіти. Освіта в усьому світі переживає глибоку внутрішню трансформацію, змінюється методична база, роль освіти в сучасному світі та відношення до неї людей, зміщуються ціннісні аспекти в самій освіті [213], [414].

Очевидно, що інновації у промисловості вимагають відповідного підходу й в освіті. Тому сучасні методи навчання, що ґрунтуються на активних формах здобуття знань і самостійній роботі з інформацією, поволі витісняють демонстраційні та ілюстративно-пояснювальні методи. Паралельно відбувається процес використання програмних засобів та систем навчального призначення для підтримки традиційних методів навчання, які орієнтуються на колективне сприйняття інформації [352]. Сучасний ринок праці вимагає від випускника не лише глибоких теоретичних знань, практичних умінь та навичок, а й здатності самостійно їх застосовувати в нестандартних, постійно змінюваних життєвих ситуаціях, тобто повинен відбутися перехід від суспільства знань до суспільства життєво компетентних громадян [324], [335].

Що стосується галузі телекомунікацій, то вона нині знаходиться на етапі революційних перетворень, які викликані глобалізацією виробничих і економічних процесів у світовому суспільстві, цьому відповідає зародження і розвиток нових технологій: злиття комп'ютерних і телекомунікаційних систем, упровадження волоконно-оптичної техніки, розвиток цифрових методів і пристроїв передачі, зберігання і обробки інформації. Неперервна освіта – важлива категорія для фахівців телекомунікацій з огляду на швидкий розвиток техніки для передачі голосу, відео, систем передачі даних, Інтернет-послуг зв'язку та інтеграції засобів зв'язку з комп'ютерними мережами. Оскільки цикл життя телекомунікаційних продуктів стає дедалі коротшим, то ставки у галузі робляться на фахівців-новаторів, які будуть готовими до швидких змін устаткування, професійної мобільності та жорсткої конкуренції. Зміст галузевих стандартів освітньої галузі, що стосується IT & T-спеціальностей визначають провідні технічні та класичні університети. Але їх розробка стикається з проблемою відсутності в Україні стандартів IT & T-професій. Використання класифікації, що містить категорію високого рівня «Інформація і зв'язок», краще відображає сучасні економічні явища та дасть можливість розробити релевантні освітньо-кваліфікаційні характеристики випускників спеціальностей інформаційно-телекомунікаційного профілю.

В останні десятиріччя дослідниками введено поняття «компетентності», що найбільш повно відображає цю єдність, як результат і мету вищої освіти. Питання запровадження компетентнісного підходу до змісту професійної діяльності висвітлювали у своїх працях такі науковці, як А. В. Дахін [173], С. Ф. Клепко [228], О. А. Козиріна [231], А. І. Кузьмінський [254], О. В. Овчарук [233], І. В. Родигіна [379] Л. В. Сохань [192], І. Г. Єрмакова [193] та ін.). Зарубіжна наукова школа, що займається проблемами компетентісно орієнтованої вищої освіти представлена роботами Дж. Равена [368], Д.Барлекса [24] та ін. [27], [225], [226], [227], [233].

Очевидно, що питання компетентнісного підходу в освіті слід розглядати лише у зв'язку із досягненнями педагогіки і психології, які відносяться до проблеми, що досліджується: фундаментальні психологічні дослідження, які присвячені процесам пізнання і розвитку мислення (С. Л. Рубінштейн [381] та ін.); фундаментальні положення про єдність особистості і діяльності (В. В. Давидов [171], [172], Н. Ф. Талізін [438], С. Л. Рубінштейн [381] та ін. [114]).

У 1996 р. Рада Європи прийняла концепцією «ключових компетентностей» як освітній результат [6], [121], [167], [168], [228]. Було введено багато компетенцій, але кожна країна, виходячи зі своїх пріоритетів та своїх взаємодій з професійною сферою, виділяє ті чи інші компетентності та компетенції. Європейською моделлю компетентного фахівця передбачено:

- набір універсальних компетентностей: соціально-особистісні, загальнокультурні, інструментальні;

- набір професійних компетентностей: виробничо-технологічні; організаційно-управлінські; науково-дослідницькі; проектні [388], [450].

Згідно із загальною класифікацією, прийнятою в межах проекту «Налагодження освітніх послуг» (Trends 2003: Progress towards the European Higher Education Area; Graz Declaration; Trends in Learning Structures in European Higher Education III), інструментальні компетенції включають когнітивні здібності (здатність розуміти і використовувати ідеї); методологічні здібності (здатність керувати оточуючим середовищем, організувати час, вибудовувати стратегії прийняття рішень); уміння, пов'язані з використанням техніки, комп'ютерні навички та здібності інформаційного управління; лінгвістичні та комунікаційні навички. У конкретизованому вигляді інструментальні компетенції являють собою: здатність до аналізу, синтезу та планування, базові загальні знання, базові знання за професією, комунікативні навички рідної мови, елементарні комп'ютерні навички,

навички управління інформацією, здатність розв'язувати проблеми та приймати рішення [450]. При цьому слід зауважити, що рівень необхідності їх застосування для кожної професії різний і залежить від конкретної ситуації: відсутність певної компетенції може або бути ознакою професійної непридатності, або у ній може не бути необхідності.

Так, О. М. Дахін розуміє під поняттям «освітня компетенція» рівень розвитку особистості, який пов'язаний з якісним засвоєнням змісту освіти і вважає, що освітня компетенція – це ідеальна, нормативна характеристика, яка моделює якості випускника і деякою мірою обслуговує термін «освітня компетентність», точніше, розкриває її змістове наповнення [173]; О. Л. Козирева в це поняття включає і сукупність якостей особистості, а також професійних знань, умінь і навичок [168], [231].

Професійна компетентність – це сукупність:

- соціально-психологічної (готовність до розв'язання професійних завдань);
- комунікативної та професійно-комунікативної;
- загальноінженерної (психолого-педагогічна і методична); предметної (у сфері діяльності інженера);
- професійної самореалізації [340], [377].

У дослідженнях вітчизняних і зарубіжних учених часто піднімаються питання структури і складу компетенцій, що відповідають певній професійній діяльності (О. В. Овчарук [320], Дж. Равен [368], І. В. Родигіна [379], Л. В. Сохань [192], та ін.). Питанням компетентнісного підходу в інженерній освіті телекомунікаційного профілю присвячені праці Г. Ю. Сорокіної [426]. Зокрема, компонентами професійної компетентності фахівця телекомунікаційної галузі Г. Сорокіна визначає: мотиваційний, когнітивний, операційний, особистісний, рефлексивний [426].

Структуру моделі фахівця телекомунікаційної галузі слід розглядати у кількох аспектах, а саме:

- психофізичному (загальні фізичні та психологічні ресурси – стан здоров'я, вік, стать, сила нервових процесів, тощо);
- когнітивному (наявність спеціальних знань з теорії та практики управління, інтелектуальна активність, володіння операціями розумової діяльності, творче мислення, критичність, гнучкість, оригінальність, дивергентність, асоціативність);
- рефлексивному (вміння здійснити самоаналіз та самооцінку, корекцію поведінки);
- мотиваційному (рівень мотивації досягнення, ціннісні установи, необхідність у самореалізації, лідерстві, творчості, самоактуалізації).

Доцільним щодо природи компетентності, на нашу думку, є поділ Дж. Равена [368], який стверджує:

1. Компоненти компетентності будуть розвиватися і проявлятися лише у процесі цікавої для людини діяльності. Їх не можливо досліджувати окремо від мотивації: мотивація виступає частиною компетентності.

2. Ефективна діяльність, як результат декількох факторів, значно більше залежить від цілої низки незалежних, взаємопов'язаних компетентностей, які охоплюють широкий спектр ситуацій у процесі руху до мети, ніж від рівня окремої компетентності або здібності, що проявляється в конкретному випадку. Потрібно оцінювати саме повний ряд компетентностей, які формуються у процесі безперервного професійного навчання і практичного досвіду та виявляються індивідом у різних ситуаціях протягом тривалого часу, що витрачається на досягнення значущих цілей.

3. Конкретна ситуація, в якій опиняється індивід, безпосередньо впливає на формування в нього цінності і на можливість розвитку та оволодіння новими компетентностями. Але не лише тут спричиняються обставини, самі люди також активно здійснюють вибір і проявляють себе по-новому в складних суперечливих умовах професійної діяльності.

До основних критеріїв ефективності формування професійної компетентності належать: потребнісно-мотиваційний; операційно-технічний; рефлексивно-оцінний. Потребнісно-мотиваційна сфера характеризується інтересом до інженерної професії у системі ціннісних орієнтацій, висока активність і самостійність у навчальній діяльності, орієнтація творчість. Висока активність в оволодінні професійно важливими знаннями й уміннями, розвиток професійно важливих якостей відносяться до оперативного-технічної сфери. Важливе значення у процесі підготовки фахівців займає рефлексія – вміння дати самооцінку в різноманітних ситуаціях, адекватно співвідносити вимоги

інженерної професії зі своїми індивідуальними можливостями, здатність ставити перед собою мету та досягати її.

Очевидно, що використання інноваційних технологій навчання сприяє формуванню всіх трьох компонентів професійної компетентності: потребнісно-мотиваційного (соціальні, престижні, матеріальні, пізнавальні, творчі мотиви, а також мотиви, пов'язані зі змістом праці), операційно-технічного (сукупність спільних і спеціальних знань, умінь і навичок, професійно важливих якостей) та рефлексивно-оцінного (самоаналіз та самооцінка забезпечують контроль, її здатність до самопізнання, вміння аналізувати власні дії, вчинки, мотиви, корекцію і самовдосконалення).

У компетентнісному підході закладено величезний інтегративний потенціал:

- перехід від однієї дисципліни до циклу дисциплін;
- посилення міжпредметних зв'язків;
- створення умов для міждисциплінного перенесення знань;
- розкриття своєрідності творчої індивідуальності студента;
- створення умов для розвиваючої освіти;

Компетентнісний підхід широке коло науковців, зокрема, Е. В. Панюкова [334], та ін. визнає найбільш продуктивним у практиці інженерної освіти, яка на сучасному етапі повинна стати інноваційною компетентнісно орієнтованою. Тільки така освіта може створити умови для розкриття творчого потенціалу, професійного розвитку і формування компетентностей та підготувати випускника до комплексного розв'язання життєвих та виробничих завдань. Тому актуальними є пошук нових підходів до формулювання мети, вибору змісту, методів, організаційних форм підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій та розробка методичних основ реалізації компетентнісно орієнтованого навчального процесу з фізики у вищому технічному навчальному закладі.

1.2. Місце та роль фізики у системі підготовки інженерів телекомунікаційного профілю

Перехід до інформаційного суспільства, науково-технічний прогрес та сучасні економічні форми діяльності зумовлюють нові тенденції сучасного виробництва та управління, які вимагають від випускників вищих навчальних закладів успішної діяльності в широкому соціальному, економічному та культурному контексті. Забезпечити це до снаги тільки фахівцям з системно організованими інтелектуальними, креативними, рефлексивними та моральними якостями, у структурі особистості яких поєднані мотиваційно-когнітивні та поведінкові компетентності. Проблемам сучасної освіти присвячена велика кількість досліджень у галузі філософії освіти, педагогіки і психології (О. О. Автомонова [4], А. М. Алексюк [7], [8], К. О. Баханов [26], В. П. Беспалько [83], К. Я. Вази́на [120], Л. М. Фрідман [459], І. А. Зязюн [204], [205], В. І. Бондар [98], В. С. Леднев [270], О. М. Пехота [326], В. Г. Кремень [248], [327], та ін. [22], [23], [102], [128], [131], [162], [180], [369]).

Нині в Україні підготовка фахівців тільки суто телекомунікаційного профілю відбувається в 12 вищих навчальних закладах: Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації НТУУ «КПІ» (ВІТІ НТУУ «КПІ»), Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій (ДУІКТ), Дніпропетровський національний університет ім. Гончара (ДНУ), Запорізький національний технічний університет (ЗНТУ), Національний авіаційний університет (НАУ), Національний аерокосмічний університет ім. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (НАУ «ХАІ»), Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»), Національний університет «Львівська політехніка» (НУ «ЛП»), Одеська національна академія зв'язку ім. Попова (ОНАЗ), Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (ПНТУ), Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ), Хмельницький національний університет (ХНУ)). А що стосується напряму підготовки «Радіотехніка та зв'язок», то на освітньому ринку працює 35 вищих навчальних закладів [325].

Перехід системи інженерної освіти від навчально-освітнього до науково-пізнавального процесу вимагає включення студентів до активного творчого пошуку, що забезпечить засвоєння ними способів пізнавальної, комунікативної та інженерної діяльності.

Осмислення сутності, специфіки інженерної діяльності та функцій фахівців телекомунікацій спонукало до пошуку причинно-наслідкових зв'язків між професійною діяльністю, функціями,

компетенціями майбутнього фахівця та системою навчання фізики. Необхідність підвищення якості фахової підготовки майбутніх інженерів телекомунікаційного профілю ставить посилені вимоги як до змісту, так і до форми викладу навчального матеріалу з фізики. Тому курс фізики за змістом має відображати систему професійної спрямованості фізичних знань, сприяти формуванню системи фахових умінь. Аналіз галузевого стандарту вищої освіти і вимог до фахівців телекомунікаційної галузі (ОКХ) дає можливість визначити структуру і зміст програми курсу фізики для студентів телекомунікаційного напрямку підготовки.

При цьому на основі проведеного аналізу досліджень навчально-методичного забезпечення курсу фізики для студентів телекомунікаційних навчальних закладів можна стверджувати, що гостро стоїть проблема вдосконалення навчально-методичного забезпечення. Існуюче навчально-методичне забезпечення курсу фізики у вищих навчальних закладах телекомунікаційного напрямку підготовки не забезпечує належного формування фізичних знань і подальшого ефективного їх використання у майбутній професійній діяльності. Процес навчання фізики має бути побудований так, щоб кожний його компонент відображав принцип професійної спрямованості навчання.

Фахівець з телекомунікаційної інженерії повинен володіти знаннями та вміннями під час розв'язування завдань професійної діяльності, пов'язаних з технічним обслуговуванням телекомунікаційного, мережевого обладнання та обладнання станційного електрозв'язку, контролем та забезпеченням захисту інформації в телекомунікаційних системах, а також уміти проектувати нові та модернізувати існуючі системи передачі, телекомунікаційні та інформаційні мережі, системи мобільного зв'язку. Можна виділити наступні знання з предметної галузі, основи яких забезпечуються вивченням курсу фізики, як дисципліни циклу природничо-наукової підготовки:

- сучасні системи електроживлення;
- технології обслуговування телекомунікаційних та інформаційних мереж, ліній та систем передачі даних;
- методи забезпечення захисту інформації в телекомунікаційних системах;
- основні теорії електричних сигналів та електричних кіл, принципи дії електронних компонентів, основних схем, блоків та вузлів, основні їхні параметри та характеристики;
- основні положення з теорії електрозв'язку, поширення радіохвиль, метрологічне забезпечення галузі телекомунікації;
- основні екологічні закони, за якими відбувається розвиток і взаємний зв'язок між окремими складовими навколишнього середовища;
- основні положення безпеки життєдіяльності і правила, за якими здійснюється безпечна життєдіяльність.

На вивченні фізики ґрунтується формування наступних когнітивних умінь та навичок з предметної галузі:

- розрахунок електричних кіл, параметрів електричних сигналів та їх перешкодостійкості, вибір компонентів схем та обладнання відповідно до розрахунків;
- розрахунок параметрів антенно-фідерних трактів та параметрів прийнятих радіосигналів різних діапазонів частот;
- використання метрологічного забезпечення технологій телекомунікацій;
- використання набутих знань з екології та безпеки життєдіяльності для гармонійного відношення до природи та безпечної професійної діяльності;
- використання мережі Інтернет для пошуку необхідної інформації.

Загальні вміння та навички, які формуються у процесі навчання фізики з використанням інноваційних технологій:

- здатність урахувати основні економічні закони, екологічні принципи та застосовувати елементи соціокультурної компетенції;
- обчислювальні навички;
- здатність застосовувати знання на практиці;
- здатність до самонавчання, до подальшого навчання та продовження професійного розвитку;

- навички спілкування, включаючи усну, письмову комунікацію та комунікацію за допомогою телекомунікаційних систем;
- навички взаємодії з іншими людьми, вміння роботи в групах;
- уміння організації власної діяльності та ефективного управління часом.

Основним принципом підготовки майбутнього фахівця телекомунікацій є інтегративний принцип забезпечення контекстного характеру професійного навчання студентів – праксеологічний. Відповідно до нього результати навчальної та майбутньої професійної діяльності залежать від ретельності й ступеня підготовки до проведення педагогічного процесу. Введення праксеологічного принципу як складового компонента гуманістичної парадигми освіти призвело до перегляду мети, завдань, змісту, структури, критеріїв оцінювання результатів, технологій професійної підготовки. Технологічний аналіз рівнів особистості засвідчує, що підготовка майбутнього фахівця галузі електрозв'язку з урахуванням таких загальних дидактичних принципів, як гуманізація і демократизація освіти та праксеологічного принципу передбачає встановлення нових пріоритетів:

- а) створення умов для розвитку особистісного і суб'єктного потенціалів кожного студента;
- б) контекстного характеру навчальної діяльності студентів;
- в) технологізації професійної підготовки майбутнього фахівця телекомунікаційної галузі, що ґрунтується на самореалізації кожного студента.

Технології, що базуються на вказаних пріоритетах й органічно витікають з праксеологічного принципу, носять назву акмеологічних. Застосування акмеологічних технологій передбачає наявність:

- професійної спрямованості особистості студента;
- системи професійно значущих відносин;
- готовності до особистісно-професійного саморозвитку [100], [211].

Формування професійних навичок передбачає активну діяльність студентів як суб'єктів навчання, прогнозування розвитку навчальних ситуацій.

Навчання фізики студентів телекомунікаційного профілю реалізується гармонічним співвідношенням дидактичних принципів: індивідуалізації, інтерактивності, гнучкості навчання, регламентності навчання, діяльнісному підході, науковості, наочності, професійної направленості, фундаментальності, доступності, систематичності, активності, міцності знань [287], [295]. Надзвичайно важливо те, що використання інноваційних технологій забезпечує домінацію діяльнісного аспекту над пасивним інформуванням, що сприяє розвитку творчої людини, яка є не лише носієм певної суми знань, а й здатна розв'язувати складні завдання на достатньому науково-технічному рівні і з відповідним ступенем ризику. Крім того, забезпечується зворотний зв'язок для здійснення загального та поопераційного контролю над засвоєнням знань.

Гармонічна інтеграція навчального, організаційно-методичного та наукового процесів у вищих навчальних закладах – основа підготовки сучасного фахівця, який не може сформуватися без комплексного засвоєння всіх трьох складових у період навчання. Тільки така форма організації освітнього процесу дає можливість студентам набути навички засвоєння, переробки та використання нової інформації. Програми «Фізика», «Хімія та електроматеріали» і «Фізика оптичного зв'язку» повинні бути побудовані за однією із найсучасніших технологій – кредитно-модульною системою, яка забезпечує: підвищення якості освіти в умовах інформаційного суспільства, максимальну індивідуалізацію процесу навчання, освітню мобільність кожного студента, набуття здатності самореалізації та конкурентоспроможності на ринку праці [36].

Фізика, згідно цільової настанови освітньо-кваліфікаційної характеристики (ОКХ) та освітньо-професійної програми (ОПП) підготовки бакалаврів з напрямку «Телекомунікації», є навчальною дисципліною, предметом якої є вивчення найбільш загальних закономірностей, явищ природи, властивостей і будови матерії та законів її руху. Курс «Фізика» складає основу теоретичної підготовки інженерів телекомунікаційної галузі та відіграє роль фундаментальної фізико-математичної бази. Мета вивчення навчальної дисципліни: формування базових знань основних фізичних явищ і процесів, які необхідні для розв'язання різних завдань у професійній діяльності; освоєння методів фізичних досліджень, засобів та методів розв'язання конкретних задач з різних розділів фізики, напрацювання навичок самостійного вивчення науково-технічної літератури, дослідження фізико-технічних проблем і набуття вміння формулювання практичних задач з урахуванням їх фізичної суті; розвиток сучасного фізичного наукового світогляду і формування

вмінь аналітичного мислення [403], [404], [410], [428]. Робоча програма курсу дещо відрізняється від такої ж програми інших вищих технічних навчальних закладів поглибленим вивченням основних для інженерів-телекомунікаційників розділів (за рахунок скорочення часу на розгляд менш важливих розділів). Дисципліна представлена у вигляді наступних розділів: «Основи фізичних вимірювань», «Основи механіки», «Електрика та магнетизм», «Коливання та хвилі», «Квантова фізика», «Оптика». Особливості підготовки інженера-телекомунікаційника враховуються шляхом: розгляду в лекційному курсі прикладів практичних доповнень загального курсу фізики (розрахунок опору заземлення, розрахунок електроємності, індуктивності та хвильового опору кабелю, розгляд властивостей стоячих хвиль в антенах, розрахунок зон Френеля, тощо); вибором робіт лабораторного практикуму та задач, що враховують специфіку електрозв'язку; виконанням відповідних самостійних робіт.

На лекціях студенти мають ознайомитися з фундаментальними законами природи, властивостями та будовою матерії, засвоїти фізичні теорії, фундаментальні поняття і означення фізичних величин, зміст моделей, гіпотез, законів, принципів, сформувані цілісну сучасну фізичну картину світу. На практичних заняттях має місце закріплення теоретичних знань шляхом розв'язування задач та прикладів, освоєння засобів та методів розв'язування конкретних завдань з різних розділів фізики. На лабораторних заняттях студенти мають змогу ознайомитися з досліджуваними фізичними явищами і законами, зрозуміти суть методів дослідження, набути навички оцінювання технічних засобів, що використовуються при експериментальних дослідженнях, встановлення достовірності одержаних результатів, навчитись використовувати для аналізу результатів статистичні методи обробки результатів і сучасну обчислювальну техніку. Курс фізики забезпечує такі дисципліни циклу природничо-наукової підготовки, як «Основи екології», «Безпека життєдіяльності», «Основи охорони праці», «Вимірювання в техніці зв'язку», «Цифрова схемотехніка телекомунікацій», «Хімія та електроматеріали», «Фізика оптичного зв'язку» та цілий ряд дисциплін професійної та практичної підготовки: «Теорія електричних кіл та сигналів», «Теорія електричного зв'язку», «Основи схемотехніки», «Цифрові пристрої та мікропроцесори», «Технічна електродинаміка», «Електроживлення систем зв'язку», «Метрологія, стандартизація та акредитація», «Системи комутації в електрозв'язку», «Лінії передачі», «Системи передачі в електрозв'язку», «Телекомунікаційні та інформаційні мережі», «Системи зв'язку з рухомими об'єктами», «Системи та мережі радіо- та телевізійного мовлення», «Захист інформації в телекомунікаційних та інформаційних мережах» (рис. 1.3).

Дисципліна «Фізика» викладається для студентів денного і заочного навчання всіх спеціальностей за напрямом «Телекомунікації» у першому та другому семестрах.

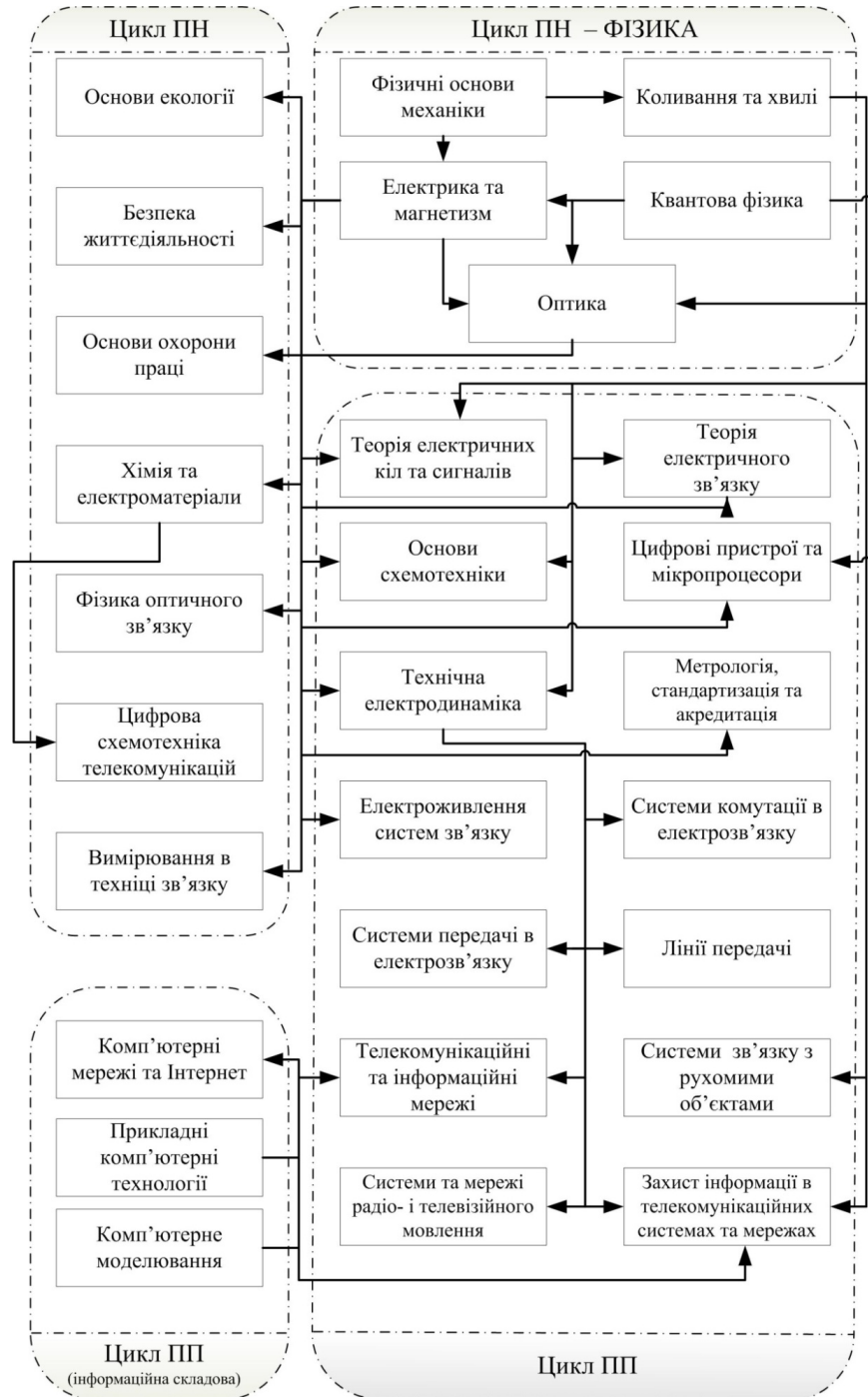


Рис. 1.3. Місце фізики у системі підготовки фахівців телекомунікацій

Під час експлуатації засобів зв'язку інженеру телекомунікаційної галузі необхідно розв'язувати практичні завдання, які пов'язані із застосуванням електрорадіоматеріалів і приладів, що виготовлені з них. Для успішного розв'язання цих завдань необхідні глибокі і міцні знання властивостей матеріалів, галузей їх застосування та технології виготовлення. Дисципліна «Хімія та електроматеріали» є логічним продовженням курсу фізики та детально розглядає наступні питання: основні поняття та закони хімії, яка є основою для розуміння закономірних змін електричних властивостей речовини в залежності від її хімічної і фізичної будови, а також технології виготовлення електрорадіоматеріалів; основні властивості ізоляційних, провідникових, напівпровідникових та магнітних матеріалів.

Дисципліна «Фізика оптичного зв'язку» (ФОЗ) складає основу теоретичної підготовки інженерів телекомунікаційної галузі в найбільш передовій області – оптичного зв'язку і відіграє роль спеціальної дисципліни для поглибленого вивчення як фізичних принципів роботи окремих

пристроїв волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ), так і фізичних процесів, що відбуваються в оптичних лініях зв'язку взагалі. Її предметом є вивчення теоретичних та прикладних основ некогерентної та когерентної оптики, фізичних основ оптики і оптичних систем, принципів розповсюдження електромагнітних хвиль оптичного діапазону в непровідних середовищах, зокрема в світловодах та хвильоводах, ознайомлення з новими технічними розробками та ідеями у фізиці оптичного зв'язку, перспективами і тенденціями розвитку оптичного зв'язку у світі, активними та пасивними оптичними лініями зв'язку. Дисципліна є логічним продовженням курсу фізики і представлена у вигляді двох розділів: «Сучасні теорії поширення світла в оптичних волокнах», в якому вивчаються закони хвильової оптики, на основі яких працюють оптичні лінії зв'язку, що не ввійшли до курсу фізики для інженерів телекомунікаційної галузі, і «Компоненти волоконно-оптичних ліній зв'язку та їх розрахунок», в якому вивчаються фізичні принципи роботи окремих елементів ВОЛЗ і основні принципи їхнього узгодження в єдиній лінії передачі. Мета вивчення навчальної дисципліни: володіння методами геометричної та хвильової оптики, які повинні бути достатніми для розрахунку оптоелектронних та оптичних приладів та систем, пов'язаних з подальшою практичною діяльністю фахівця; напрацювання навичок самостійного вивчення науково-технічної літератури; дослідження прикладних проблем оптоелектроніки; розвиток наукового світогляду і сучасного фізичного мислення, навичок активної самостійної наукової та практичної діяльності.

Курс ФОЗ забезпечується такими дисциплінами, як «Фізика», «Хімія та електроматеріали», «Електроживлення систем зв'язку». Курс ФОЗ забезпечує такі дисципліни, як «Системи передачі в електровз'язку», «Лінії передачі», «Функціональні пристрої телекомунікаційних систем». Дисципліна «Фізика оптичного зв'язку» викладається для студентів денного і заочного навчання всіх спеціальностей за напрямом «Телекомунікації» у третьому семестрі. На рисунку 1.3 блоки змістових модулів позначені відповідно: ПН – природничо-наукової підготовки, ПП – професійної та практичної підготовки.

Основна мета реформування викладання фізики – забезпечення широких можливостей для розвитку, навчання та виховання творчої особистості, в результаті яких вона буде підготовлена до активного, самостійного життя в сучасному суспільстві. Розв'язання такого складного завдання потребує використання інноваційних технологій навчання, серед яких чільне місце займають комп'ютерні технології. В умовах тісного симбіозу телекомунікаційних та інформаційних технологій важливим аспектом циклу професійної та практичної підготовки є інформаційна складова. Її представляє цілий ряд дисциплін: «Комп'ютерне моделювання», «Комп'ютерні мережі та Інтернет», «Прикладні комп'ютерні технології». У свою чергу ці дисципліни разом з фізикою забезпечують «Захист інформації в телекомунікаційних системах та мережах». Захист інформації – діяльність, спрямована на забезпечення таких властивостей інформації, як цілісність, доступність та конфіденційність [445]. Міжпредметні зв'язки фізики та захисту інформації, якщо їх комплексно використовувати на основі інформаційних технологій при викладанні у вищих навчальних закладах інженерного профілю, дають можливість студентам та курсантам зрозуміти напрями прикладного застосування набутих фізичних знань і трансформувати ці знання на інші сфери діяльності.

Ефективність комп'ютерного навчання визначається об'ємом і видом людської взаємодії у процесі використання цифрових засобів. Критерієм ефективності інформаційних технологій навчання є реалізація загальнодидактичних принципів у процесі взаємопов'язаної діяльності викладача та студента [315], [392]. На сьогодні освіта розглядається як складна відкрита система, що має здатність до саморозвитку і базується на світоглядних та методологічних засадах відкритості й безперервності процесів пізнання. Така освіта називається відкритою, а її загальні питання розкриваються в багатьох дослідженнях (Є. С. Полат [353] та ін.). Відкрита освіта має наступні особливі риси [426]:

- зміна акцентів з кінцевого результату як простого накопичення знань, умінь, навичок на сам процес здобуття знань та набутий при цьому досвід освітньої поведінки;
- зміщення пріоритетів з освіти орієнтованої на предмет на освіту орієнтовану на особистість;
- розуміння того, що розвиток – це головна мета навчального процесу;
- орієнтація освіти на різносторонній, а не всебічний розвиток;
- викладач і студент – суб'єкти навчального процесу;

- усвідомлення того, що освіта пропонує різноманіття діяльності і зразків поведінки і не надає готових варіантів;
- відмова від пріоритету логічного над асоціативним та інтуїтивним у пізнанні;
- постійний розвиток знань про світ, людину і культуру та відмова від абсолютної точності, завершеності, предметної повноти опису;
- поглиблення, розширення, доповнення змісту навчання, застосування різних варіантів у конкретному навчальному процесі;
- розуміння того, що знання існують і мають значення тільки тоді, коли стають особистісно значимими;
- залежність знань від суб'єкта пізнання – мета і завдання освіти визначаються інтересами особистості.

Отже, дисципліна «Фізика» складає основу циклу природничо-наукової підготовки. При цьому надшвидка зміна ІТ & Т техніки та технологій, для експлуатації яких готується фахівець телекомунікаційної галузі у вищому технічному навчальному закладі, передбачає формування професійної спрямованості особистості студентів при вивченні фізики. Набуття відповідних компетенцій та здатність перенесення їх на інші новітні сфери професійної діяльності забезпечується впровадженням концепцій відкритої освіти, діяльнісного підходу, інноваційних технологій навчання як для модулів всередині дисципліни «Фізика», так і в міжпредметному просторі.

1.3. Технологічний підхід у навчанні фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації»

У Національній доктрині розвитку освіти України в XXI столітті зазначається, що освіта «є засобом відтворення й нарощування інтелектуального, духовного потенціалу народу, ... дієвим чинником модернізації суспільства, зміцнення авторитету держави на міжнародній арені». Належне виконання цих завдань можливе за умови модернізації системи освіти, застосування технологій, які сприяють: індивідуалізації навчання; діяльнісній активізації студентів; діалоговій взаємодії між викладачем і студентом (педагогіка співробітництва) [237], [321], [327], [386], [411], [412], [423]. Сучасні вимоги соціального замовлення потребують принципово нових підходів до організації навчання, зокрема у сфері професійної підготовки майбутніх інженерів телекомунікаційної галузі. Для досягнення поставлених цілей необхідним є пошук шляхів, засобів і методів активізації пізнавальної діяльності майбутніх фахівців. Тому дисертаційна робота ґрунтується, насамперед, на психологічних аспектах вищої професійної освіти, а також проблемах розвитку особистості, які представлені у роботах В. В. Давидова [172], Н. Ф. Талізної [438], С. Л. Рубінштейна [381] та ін.; методологічних ідей педагогіки професійної освіти (Є. В. Коршак [245], В. Г. Кремень [248], О. М. Пехота [353], О. Г. Романовський [380] та ін.); науково-методичних дослідженнях шляхів вдосконалення навчально-пізнавального процесу у вищих навчальних закладах освіти (В. І. Бондар [97], С. У. Гончаренко [158] та ін.).

Теоретико-методологічну базу дослідження складають концепція особистісно-орієнтованого навчання (К. А. Аветисян [3], Ш. А. Амонашвілі [9], С. П. Архіпова [16], Є. В. Бондаревская [100], І. С. Якіманська [484] та ін.); сучасні концепції інженерної освіти; ідеї стосовно механізмів розвитку професійних здібностей.

Модернізація системи інженерної освіти вимагає заміни традиційного репродуктивно-знанневого навчання у підготовці спеціалістів на активне, індивідуально-творче. Сучасний стан розвитку освіти вимагає введення нового поняття – технології навчання фізики, що є органічною складовою методикою навчання фізики, та полягає у розробці і застосуванні узагальнених технологій, в яких поєднано елементи різних технологій навчання із врахуванням індивідуальних особливостей викладачів та студентів. Методика навчання фізики виявляє закономірності функціонування методичної системи навчання фізики та загальні особливості їх застосування [111], [159], [161], [375], [415], [421], а технологія навчання фізики розробляє системне поєднання цілей, форм, методів і засобів навчання фізики для вивчення цілісних одиниць змісту (навчальна тема, розділ, блок, модуль) [437].

Поняття «педагогічна технологія» постійно еволюціонувало, набувало інших змістових забарвлень і останнім часом дедалі більше поширюється серед педагогів та науковців (табл. 1.1). Розвиток технологічного підходу в освіті дає можливість простежити перехід від розуміння його як

сукупності засобів до педагогічної системи, яка підвищує ефективність навчального процесу.

Таблиця 1.1

Дефініції поняття педагогічна технологія

№ з/п	Педагогічна технологія –	Автор
1.	системна сукупність і порядок функціонування всіх особистісних, інструментальних і методологічних засобів, що використовуються для досягнення педагогічної мети	М. Кларін [226]
2.	змістова техніка реалізації навчального процесу	В. Беспалько [83]
3.	комплексна інтегративна система, що містить упорядковану множину операцій і дій, які забезпечують визначення педагогічної мети, змістові інформаційно-предметні і процесуальні аспекти, спрямовані на засвоєння знань, набуття професійних умінь і формування особистісних якостей, що задані цілями навчання	Д. Чернилевський, О. Філатов [466, 28-29]
4.	складова (процесуальна) частина дидактичної або методичної системи, якій притаманні наступні ознаки: діагностичне формулювання мети, результативність, економічність, алгоритмованість, проєктованість, цілісність, керованість, коригованість, візуалізація	М. Чошанов [468, 4-5]
5.	системний метод створення, застосування й визначення всього процесу викладання і засвоєння знань з урахуванням технічних і людських ресурсів та їх взаємодії, який своїм завданням вважає оптимізацію форм освіти	ЮНЕСКО [326, 23]
6.	галузь застосування системи наукових принципів до програмування процесу навчання й використання їх у навчальній практиці з орієнтацією на детальні цілі	С. У. Гончаренко [155, 331]
7.	складова змісту освіти, тому що якості особи, зміст виховання і розвитку багато в чому залежать не тільки від того, що вивчається, а і від того, як вивчається	В. Леднев [270]
8.	наука про розвиток, освіту, навчання і виховання особистості школяра на основі позитивних загальнолюдських якостей та досягнень педагогічної думки, а також основ інформатики	А. Нісімчук, О. Шпак, О. Падалка [311]
9.	змістове узагальнення, яке може бути представлене трьома аспектами: науковим (вивчення і розробка цілі, змісту і методів навчання та проєктування педагогічного процесу); процесуально-описовим (алгоритм процесу, сукупність цілей, змісту, методів і засобів); процесуально-дієвим (здійснення педагогічного процесу, функціонування всіх особистісних, інструментальних і методологічних педагогічних засобів)	Г. К. Селевко [393, 15]
10.	системний спосіб організації діяльності вчителя й учнів, за якого реалізація навчальної мети досягається узгодженим поєднанням організаційних форм, методів і засобів навчання	О. І. Іваницький [211]

Вдосконалення навчального процесу в рамках технологізації навчання фізики відбувається наступними напрямками: підвищенням самостійності студентів, формуванням міжособистісних відносин, розвитком різних форм самоуправління в колективах студентів, варіативному поєднанні різних технологій навчання фізики.

Принципові зміни механізмів відтворення функціональних і матеріально-організаційних структур навчального процесу відображаються в інноваційних технологіях навчання, застосування яких потенційно може принести якісно нові позитивні результати навчання. Реалізація активного характеру навчання, впровадження інноваційних технологій мають мобілізувати процес набуття соціально та особистісно необхідних інтелектуальних і технологічних знань, сприяють творчому формуванню професійного становлення майбутніх інженерів-телекомунікаціоністів. Інноваційні технології навчання спрямовані на модернізацію традиційної системи навчання. Комплексне їх

використання формує у студентів вміння осмислено аналізувати явища та процеси, творчо підходити до виконання навчальних завдань.

Дидактичні засади застосування педагогічних технологій розглянуто у працях В. П. Беспалька [83], Г. К. Селевко [393], М. П. Сибірської [406], Д. В. Чернилевського [465], М. А. Чошанова [468], О. К. Філатова [466], А. В. Фурмана [466], [461], М. І. Шута [477], варто також відмітити аналіз стану розвитку педагогічних технологій у закордонній педагогіці, який було здійснено М. В. Кларінін [225], [226]. Розробка та вдосконалення нових педагогічних технологій у вищих навчальних закладах опрацьована цілим рядом науковців (О. М. Дон [182], Л. О. Мільто [289], О. М. Пехота [326], С. О. Сисосва [411], І. О. Смолюк [420] та ін.). Модульним технологіям навчального процесу присвячені роботи А. М. Алексюка [7], [8], В. І. Бондаря [96], [97], К. Я. Вазіної [120], А. В. Фурмана [460], [461], П. А. Юцявичене [483] та інших. Теоретичні та методичні основи створення і використання дистанційних, комунікаційних та інформаційних технологій у навчанні фізики досліджували Б. С. Гершунський [146], Н. М. Гомуліна [153], І. В. Роберт [376], та ін.

Проблему розкриття змісту, ролі та місця педагогічних технологій у дидактичному процесі і професійній діяльності досліджували В. І. Бондар [95], [96], [98], М. В. Гриньова [166], І. А. Зязюн [204], М. В. Кларін [226], В. С. Ледньов [270], В. В. Олійник [321], О. М. Пехота [343], О. Я. Савченко [385], [385], Г. Селевко [394], В. Семиченко [395], [396], [397], С. Сисосва [412] та ін. [4], [16], [20], [23], [27], [94], [166], [192], [204], [228], [318].

Теоретико-методичні засади використання інноваційних технологій у навчальному процесі з фізики розглянуто в роботах П. С. Атаманчука [18], О. І. Бугайова [110], С. У. Гончаренка [158], Є. В. Коршака [243], А. І. Павленка [331], В. Ф. Заболотного [436] та ін. [17], [18], [19], [95], [96], [97], [147], [180], [196], [224], [229], [317].

Важливу роль для розробки та реалізації технологій навчання фізики має глибоке розуміння особливостей психічних процесів: мислення, відчуття, сприйняття, почуття, уваги, волі. Особливо важливою психологічною категорією з точки зору технологізації навчального процесу з фізики є мислення. О. І. Ляшенко вважає, що «засвоєння фізичного знання з психологічної точки зору повинно спиратися на його основну психологічну функцію – формування понятійного мислення» [279]. Мислення – процес пізнавальної діяльності індивіда, що характеризується узагальненням і опосередкованим відображенням дійсності [365, 223].

Можна виділити ряд основних наукових напрямів психології, які пояснюють механізми засвоєння знань. На зміну емпіричній психології (Д. Локк) та її основним напрямом розвитку (асоціативна, волонтаристична, функціональна психології), які стояли на позиціях ідеалізму, прийшли гештальт-психологія та біхевіоризм.

Започаткований американським психологом Дж. Уотсоном біхевіоризм (від англ. behavior – поведінка) – один із провідних напрямів в американській психології ХХ століття, який предметом психології вважає стимули та поведінкову реакцію людини. Звідси постає основний постулат цієї психологічної концепції – психологія повинна вивчати поведінку, а не свідомість [438]. Як одиниця аналізу використовується зв'язок будь-якого зовнішнього стимулу і поведінкової реакції у відповідь. Однак поступово було з'ясовано, що такий зв'язок носить достатньо складний психологічний процес та містить проміжні ланки: образ, мету, потребу (необіхевіоризм). У рамках оперантного біхевіоризму у схемі «стимул – реакція – підкріплення» Б. Скіннер змістив акцент зі зв'язку «стимул – реакція» на зв'язок «реакція – підкріплення». Ці ідеї здійснили значний вплив на розвиток технології програмованого навчання, надали можливість реалізувати створення ситуації постійного успіху, індивідуалізувати навчання шляхом використання засобів навчання і спеціальних підручників [420].

Активізація та розвиток системи особистісних функцій студентів забезпечується діяльнісним підходом, який став фундаментом для розробки і реалізації інноваційних технологій [83]. Актуальною є думка І. А. Зязюна: «будь-яка організаційна форма навчального процесу лише тоді називається педагогічним процесом, коли володіє структурою, яка відтворює етапність і діяльнісний підхід...» [203, 9]. Найбільш повно діяльнісний підхід до навчання фізики реалізується у сучасних освітніх технологіях, які втілюють стратегії особистісно-орієнтованого інноваційного навчання. Можна виділити велику кількість психолого-педагогічних концепцій, які були створені в рамках психологічної теорії діяльності: асоціативно-рефлекторна концепція навчання, теорія функціональних систем, теорія змістового узагальнення, теорія поетапного формування розумових дій, теорія випереджаючого навчання.

Основоположниками асоціативно-рефлекторної концепції навчання, яка ґрунтується на здатності мозку встановлювати й відтворювати зв'язки (асоціації) між різними подіями та фактами, є С. Л. Рубінштейн, Л. С. Виготський, Н. О. Менчинська, Д. Н. Богоявленський та ін. [375], [381], [396]. Зміст і хід розумового розвитку визначається системою педагогічних впливів та здійснюється у вигляді наукових понять.

Уявлення про умовно-рефлекторну діяльність головного мозку лежать також в основі теорії функціональних систем, які є одиницями інтегративної діяльності організму. Функціональні системи мають динамічну саморегулюючу організацію і направлені на досягнення корисних адаптивних

результатів, як метаболічних процесів, так і соціальних, освітніх та духовних потреб [13]. Основні положення теорії функціональних систем, які розроблені П. К. Анохіним, широко застосовуються в освітній галузі та методиці навчання фізики [20].

У теорії змістового узагальнення (Д. Б. Ельконін – В. В. Давидова) виявлено умови організації розвиваючого навчання та розроблено теорію навчальної діяльності. Згідно цієї теорії засвоєння людиною матеріалу відбувається у формі специфічної навчальної діяльності, своєрідність якої полягає в тому, що у процесі її здійснення засвоюються теоретичні знання [171], [172], [480].

Теорія поетапного формування розумових дій (П. Я. Гальперін, Н. Ф. Талізін) ґрунтується на формуванні розумових дій на основі зовнішніх, предметних дій [148], [438]. На різних рівнях пізнавальної діяльності відбуваються поетапні перетворення дій з предметами у розумові. При цьому орієнтовна основа закріплюється у вигляді знань, а самі дії – у вигляді вмінь (П. Я. Гальперін [148], Д. Б. Ельконін [480]). Етапи формування розумової дії, за П. Я. Гальперіном: створення мотивації, складання орієнтовної основи дії, матеріальна дія, етап зовнішньої мови, етап зовнішньої мови «про себе», формування розумової дії у згорнутому вигляді [148], [436]. Психологічна теорія поетапного формування розумових дій і понять широко використовується у дослідженнях з методики навчання фізики. Структурно-логічний аналіз змісту природничих навчальних дисциплін, зокрема фізики, дав змогу виділити в них основні структурні елементи: наукові факти, поняття, закони, теорії, наукову картину світу [370], [373].

Згідно теорії випереджаючого навчання організація навчання направлена на: активізацію діяльності мислення, формування здатності самостійно здобувати знання, співробітництво з іншими суб'єктами навчального процесу. Основу цієї теорії складають наступні принципи: принцип навчання на високому рівні складності, принцип ведучої ролі теоретичних знань, принцип особистісної рефлексії, принцип роботи над розвитком всіх суб'єктів навчального процесу. В сучасній педагогіці, згідно К. Г. Селевко, здійснюється перехід від пояснювально-ілюстративного типу навчання до активно-діяльнісного [394].

Усі сучасні освітні концепції ґрунтуються на принципах гуманізації та демократизації освіти. Однією з таких концепцій є особистісно-орієнтоване навчання, що базується на науково обґрунтованій організації взаємодії студентів і викладачів, за якої створено оптимальні умови для розвитку в суб'єктів навчання здатності до самоосвіти, самовизначення, самостійності й самореалізації [484]. Основні положення цієї концепції:

- посилення особистісного компоненту освіти, створення умов та стимулів для розвитку всіх учасників навчального процесу;
- впровадження у навчальний процес сучасних педагогічних технологій розвитку особистості, створення ситуації успіху;
- забезпечення системи зворотного зв'язку, тобто регулярного й оперативного моніторингу процесу розвитку всіх суб'єктів освіти

- розвиток творчої індивідуальності викладача, застосування авторських педагогічних технологій [483], [484].

І. А. Зязюн підкреслює, що «кожна педагогічна новація – це усвідомлення і реакція на ту чи іншу неузгодженість у педагогічній практиці» [203, 9]. Тому необхідна модернізація традиційної системи підготовки майбутнього фахівця телекомунікаційної галузі, що ґрунтується на інформативному висвітленні особливостей професійної діяльності, шляхом створення сприятливих умов для засвоєння студентами змісту професійної діяльності на особистісному рівні, втілення цього змісту в індивідуальних цінностях, ідеалах, домаганнях [343], [426].

Найбільш поширеними психологічними концепціями, які використовуються для обґрунтування тих чи інших етапів навчання фізики, є теорія поетапного формування розумових дій (Україна) та біхевіоризм (Європа, США). Будь-яка з наведених вище психологічних концепцій може бути основою для побудови монотехнологій і має локальні переваги на певному етапі дидактичного циклу при навчання фізики.

Інноваційні технології класифікують за групами. Ці групи «...мають загально дидактичне походження і знайшли своє застосування або шляхом простої ретрансляції дидактичного каркасу технології на процес навчання фізики (технологія ігрового навчання, повного засвоєння), або через внесення змін і доповнень з урахуванням специфіки фізики як навчального предмету (технології модульного та концентрованого навчання), або шляхом конструювання принципово нової технології (технологія інтегративного навчання)» [211].

Сьогодення вимагає переходу від поверхового описового представлення технологій навчання до методологічного і психолого-педагогічного обґрунтування технологізації навчального процесу з фізики, класифікації і варіативної модернізації існуючих технологій навчання фізики.

Класифікація педагогічних технологій за Г. К.Селевко налічує 12 груп критеріїв [393, 26-27]: рівень застосування, філософські засади, провідний чинник психічного розвитку, наукова концепція, орієнтація на структури особистості, характер змісту і структури, тип організації та управління пізнавальною діяльністю, підхід до дитини, домінуючий метод, напрям модернізації традиційної системи навчання, категорії учнів, організаційні норми. Д. В. Чернилевський та О. К. Філатов провели аналіз теорій навчання за такими ознаками: з точки зору зміни підходів до подання змісту навчання (технології проблемного, концентрованого і модульного навчання); з точки зору врахування запитів внутрішніх потреб (технології розвивального і диференційованого навчання); з точки зору зміни способів діяльності у навчанні (технології контекстного навчання та дидактичної гри) [466]. М. П. Сибірська на основі аналізу закономірностей і структури дидактичного процесу виділяє мотиваційні, діяльнісні (призначення, застосування, цілі засвоєння і пізнавальну самостійність, способи реалізації цілей навчання і розвитку) та управлінські технології навчання [406].

У класифікації технологій навчання фізики (ТНФ), яка розроблена О. І. Іваницьким, виділяються наступні ознаки:

- за ступенем діагностичності освітніх цілей (навчальні, освітні педагогічні);
- за трансляційною основою педагогічної взаємодії (індивідуальні, фронтальні та групові);
- за типами методичної діяльності викладача фізики (реконструкційні, трансляційні, корекційні, авторські).
- за способами формування інваріантів навчальної діяльності технології навчання фізики (формування: фізичних понять, умінь розв'язувати задачі, узагальнених умінь, умінь з комп'ютерного моделювання, експериментальних умінь, способів навчальної діяльності);
- за організаційними видами діяльності суб'єктів навчального процесу (розв'язування задач з фізики, технологія лабораторної роботи, лабораторного практикуму; підготовка і проведення демонстраційного експерименту; технологія подачі і виконання домашніх завдань; технологія домашньої експериментальної роботи) [211].

Справжні системні зміни у процесі навчання фізики можуть відбуватися двома способами: трансформацією традиційного навчання в інноваційне на особистісній і гуманістичній основі та модернізація традиційного навчання фізики шляхом технологізації. Можна виділити кілька напрямів модернізації традиційної системи навчання:

- за підходами до подання змісту навчання (технології концентрованого навчання, модульного навчання, інтегративного навчання);
- за врахуванням внутрішніх потреб (технології розвивального навчання, диференційованого навчання, повного засвоєння, створення проблемної ситуації, використання контрприкладів);
- за зміною способів навчальної діяльності (технології контекстного навчання, ігрового навчання);
- за зміною засобів навчальної діяльності (інформаційно-комунікаційні технології).

В основу класифікації Д. В. Чернилевського покладено дві ознаки: наявність моделі (предмету або процесу діяльності) та наявність ролей (характер спілкування тих, хто навчаються) [466]. За ознакою відтворення (імітації) контексту професійної діяльності, її модельного уявлення в навчанні,

всі технології активного навчання діляться на неімітаційні та імітаційні. Неімітаційні технології не припускають побудови моделей явища, процесу або діяльності, що вивчаються. До них відносяться: проблемна лекція, семінар-дискусія, проектна діяльність, лабораторна робота, практичне заняття, курсова та дипломна робота. Досягнення освітньої мети при застосуванні неімітаційних технологій відбувається за рахунок відбору проблемного змісту навчання, використання певним чином організованої процедури ведення заняття, застосування технічних засобів і забезпечення системи прямих і зворотних взаємодій викладача і слухачів.

В основі імітаційних технологій – імітаційне чи імітаційно-ігрове моделювання, тобто побудова моделей і організація роботи студентів з ними, що полягає у відтворенні в умовах навчання процесів, які відбуваються в реальній системі. Застосування такої технології навчання особливо на етапах узагальнення і систематизації та закріплення знань дає можливість:

- відобразити у навчальному процесі різні види професійного контексту;
- розвивати логічне мислення, активізувати розумову діяльність студентів;
- формувати у них потребу в навчанні шляхом демонстрації можливості застосування набутих знань на практиці;
- сприяти розвитку інтересу до обраної професії;
- формувати у студентів уміння використовувати набуті знання для розв'язання виробничих, у тому числі нестандартних ситуацій;
- формувати професійний досвід майбутніх фахівців в умовах квазіпрофесійної діяльності.

Відповідно до другої ознаки класифікації – наявності ролей – усі імітаційні технології поділяються на неігрові й ігрові, в яких передбачається ігрова процедура в роботі з моделлю, тобто спілкування студентів з викладачами та між собою у процесі імітації. До ігрових імітаційних технологій відносять імітаційний тренінг, ділові ігри, ігрове проектування, дидактичну гру, а до неігрових імітаційних технологій відносять метод конкретних ситуацій.

Аналіз конкретних ситуацій – ефективний метод активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, що характеризується такими ознаками: наявність конкретної ситуації, розробка колективом (підгрупами або індивідуально) варіантів розв'язання ситуацій, публічний захист розроблених варіантів розв'язків ситуацій з подальшим опонуванням, підведення підсумків і оцінка результатів.

Ігрове проектування є практичним заняттям, сутність якого полягає у розробці різних видів проектів в ігрових умовах, де максимально відтворюють реальність. Цей метод характеризується високим ступенем поєднання індивідуальної та групової роботи студентів. Створення загального для групи проекту вимагає, з одного боку, знання кожним студентом технології процесу проектування, а з іншого – вміння спілкуватися і підтримувати взаємини між учасниками проекту для рішення професійних питань. Ігрове проектування може перейти в реальне, якщо його результатом буде розв'язання конкретної практичної проблеми, а сам процес буде перенесено в умови реального навчального процесу (наприклад, створення комп'ютерного вимірювального комплексу). Метод проектів не є принципово новим у світовій педагогіці. Він виник у 20-х роках минулого століття в США. Але цей метод набув нового сенсу в умовах розвитку комп'ютерних технологій. Одним з яскравих прикладів використання комп'ютерних методів при організації самостійної роботи є навчальний проект.

Проект – сукупність певних дій, документів, текстів, призначених для створення реального об'єкту, предмету або теоретичного продукту. Проект – є самостійною розробкою студента (чи групи студентів), створюючи яку, він розв'язує певну проблему. В основі методу проекту лежить розвиток у студентів уміння самостійно конструювати свої знання та орієнтуватись в інформаційному просторі, розвиток критичного мислення, формування навичок мислення високого рівня. Зазвичай студентський проект передбачає створення студентами мультимедійної презентації, публікації чи WEB-сайту. При створенні елементарного проекту використовуються програми, що входять до стандартного пакету Microsoft Office, електронні та мультимедійні енциклопедії, графічні редактори. Застосування комп'ютерних технологій збагачує навчальний процес завдяки використанню комп'ютера як знаряддя проведення досліджень і як засобу обміну інформацією.

Навчити студентів самостійно шукати способи розв'язання проблем, пов'язаних з реальними ситуаціями у житті, з майбутньою діяльністю дають можливість ділові ігри, які практикуються, як правило, при проведенні практичних занять. Хоча досить перспективним є використання ділової гри

у самостійній роботі за допомогою соціальних мереж або сервісу мікроблогів Твіттер. Ділова гра – метод активного соціального навчання, що відноситься до тренінгів і полягає в імпровізованому розігруванні учасниками гри різних ролей у заданій проблемній ситуації. В діловій грі синтезуються ознаки методу аналізу конкретних ситуацій і рольових ігор. Така технологія забезпечує навчання студентів у діяльності, сприяє організації колективної діяльності мислення та використання групи як засобу розвитку індивідуальності, розвиває у студентів вміння спілкуватися, мислити, здатність до практичної дії.

На сьогодні широко впроваджується у навчальний процес кейс-метод, адже він дає змогу оцінити ефективність раніше прийнятих управлінських рішень, розвиває підприємницькі навички, сприяє мобілізації всіх отриманих студентом знань для розробки практичних рекомендацій щодо розв'язання тієї чи іншої проблеми, яка міститься в ситуаційній задачі, забезпечує синтез теорії з практикою. Розробка кейсу присвячується конкретній події, яка відбулася на підприємстві, котре добре знають усі студенти (наприклад, передача великих об'ємів інформації на літаки в аеропорту) [140]. Технологію навчання за кейс-методом складається з кількох етапів із відповідними завданнями:

- уважно прочитати кейс, ознайомитися із ситуацією;
- виявити проблему; узагальнити і проаналізувати інформацію;
- розвинути гіпотези, уточнити проблеми;
- сформулювати альтернативні розв'язки;
- оцінити альтернативи, скласти перелік переваг і недоліків кожної з альтернатив;
- підтвердити продуктивність розв'язку, обґрунтувати переваги.

Завдання роздаються студентам завчасно, формуються групи по 3-4 особи, які індивідуально обговорюють кейс, виявляють проблему, приймають рішення. На практичному занятті кожна група студентів виступає з власними гіпотезами, в ході дискусії вони оцінюються, зазначаються переваги і недоліки кожної. Викладач виконує роль диспетчера процесу співтворчості – генерує запитання, фіксує відповіді, підтримує дискусію, спрямовуючи її хід на розв'язання поставленої проблеми.

Оптимальність процесу професійного становлення значною мірою забезпечується за рахунок використання у навчальному процесі імітаційних технологій, які дають змогу студенту виявити творчу активність, привчають до відповідальності та спрямовують їх зусилля на досягнення мети, сприяють формуванню інженерної культури, вихованню самостійності, наполегливості, витримки, культури спілкування. Ці якості становлять основу успішної інженерної діяльності та є необхідними для майбутнього телекомунікаційника. Використання імітаційних технологій навчання у професійній підготовці дає можливість майбутньому фахівцю телекомунікаційної галузі адаптуватися в умовах сучасних комунікацій, успішно розв'язувати складні професійні завдання, аналізувати та коригувати результати власної діяльності [465].

Важливим засобом посилення розумової активності з метою кращого сприйняття, усвідомлення та засвоєння навчального матеріалу студентів є вміння постановки проблеми, створення проблемної ситуації, в якій загострюється суперечність між наявними у студентів знаннями, способами дії та новими завданнями, для розв'язання яких набутого досвіду недостатньо. Технологія проблемного навчання ґрунтується на положеннях діяльнісних психологічних теорій, одночасно активно сприймаючи принципи гештальтпсихології. Суть проблемної технології навчання влучно передають слова Луї де Бройля: «Знання – діти подиву і допитливості».

Про розвиток розумових здібностей та застосування їх у навчанні писав Ж.-Ж. Руссо: «Зробіть вашу дитину уважною до явищ природи... Задавайте доступні їй розумінню питання і залишайте можливість їй розв'язувати їх. Нехай вона дізнається не про те, що ви казали, а те, що сама зрозуміла...» [232]. Ідею розвитку простежуємо також в А. Дістервега: «Розвиток і навчання жодній людині не можуть бути дані і повідомлені. Кожний, хто бажає до них приєднатися, повинен досягнути цього власною діяльністю, власними силами, власною напругою. Зовні він може отримати тільки збудження... Те, що людина не отримала шляхом своєї самостійності, – не її».

Одна із перших спроб створити дидактичну систему проблемного навчання належить американському досліднику Дж. Дьюї. Але недоліком даної теорії було те, що Дж. Дьюї пропонував усі форми і види навчання замінити самостійним навчанням шляхом розв'язання проблем, причому нахил робився на їх навчально-практичну діяльність [493]. Проте погляди Дж. Дьюї не дають

можливості систематизувати знання, а дають змогу вивчати тільки розрізнені наукові факти, які необхідні для конкретної практичної діяльності. Крім того, Дж. Дьюї дотримувався так званої педоцентричної теорії та методики навчання, де роль учителя у процесах навчання і виховання зводиться в основному до керівництва самодіяльністю учнів і пробудження їх допитливості.

Дж. Брунер, який вніс значний вклад в психологію пізнавальних процесів, «розглядає сприйняття людини як активний процес, що тісно пов'язаний з діяльністю» [107]. В основі його підходу лежить різнобічний аналіз процесів відображення зовнішнього світу та активної перцептивної діяльності, яка дає змогу вийти за межі безпосередньої інформації, і формування складних процесів пізнавальної діяльності. Основною властивістю гіпотези за Дж. Брунером є її сила. «Чим сильніша гіпотеза, тим більша імовірність її виникнення у даній ситуації. Чим сильніша гіпотеза, тим менший об'єм відповідної інформації, яка необхідна для її підтвердження. Чим сильніша гіпотеза, тим більший об'єм невідповідної чи суперечливої інформації, яка необхідна для її спростування» [107, 86]. Автор зазначає, що сила гіпотези визначається п'ятьма факторами: частотою підтвердження гіпотези в минулому, монополією, пізнавальним (інтегрована велика кількість опорних гіпотез), мотиваційним, соціальним (співпадає з гіпотезами інших спостерігачів).

Гештальтпсихологія (німецькі психологи Макс Вертгеймер, Курт Коффкі, Вольфганг Келлер), на відміну від асоціативної психології, розглядає не окремі елементи психічного явища, а його цілісний образ (гештальт). Останній володіє специфічними, притаманними тільки йому рисами, і його властивості неможливо зрозуміти шляхом сумування властивостей складових елементів. Закон «гарного» гештальту, озвучений Метцгером (1941), говорить: «Свідомість завжди схильна до того, щоб з поданих разом сприйняти найбільш просте, єдине, замкнене, симетричне, таке що включається в основну просторову вісь». Відхилення від «гарних» гештальтів сприймаються лише за умови інтенсивного розгляду (наприклад, приблизно прямий кут, сприймається як прямий).

Важливим досягненням гештальтпсихології було відкриття законів образів:

- а) тяжіння частин до створення симетричного цілого;
- б) групування частин у напрямку максимальної простоти, рівноваги;
- в) «прегнантності» – прагнення психічного феномену набути визначеної, чіткої і завершеної форми.

Подальшим розвитком гештальтпсихології є підхід С. Л. Рубінштейна, згідно поглядів якого проблемна ситуація, як конфлікт між даним і шуканим, є джерелом творчого мислення. Процес мислення починається з аналізу проблемної ситуації, у процесі якого дослідник формулює задачу за допомогою аналізу (фільтрація, компарація) та синтезу. Для доведення гіпотези формулюється завдання, яке може мати як теоретичне, так і практичне значення і використовуватись на заняттях чотирьох груп проблемно-пошукових методів:

- демонстраційне розв'язання проблеми викладачем – показовий проблемний виклад, демонстраційний експеримент;
- самостійна проблемно-пошукова діяльність студентів – студентське дослідження, навчальний експеримент для розв'язання практичних і теоретичних проблем;
- колективна проблемно-пошукова діяльність студентів – навчальний диспут, дискусія, колективне дослідження;
- спільна проблемно-пошукова діяльність викладача і студентів – дискусія, продуктивний діалог, евристична бесіда, ділова гра.

Основна відмінність проблемного заняття від традиційного полягає в змісті і характері організованої викладачем пізнавальної діяльності студентів, яка передбачає особливу взаємодію навчальних проблемних завдань і запитань. Викладач може обирати один із багатьох ймовірних варіантів проблемного навчання до особливостей власної педагогічної діяльності, індивідуальних можливостей студентів, рівня розвитку колективу, групи.

Знання механізмів мислення при розв'язуванні проблемних ситуацій, дає змогу використовувати їх у навчанні. При проблемному навчанні розкривається логіка навчального матеріалу, з'ясовується суть протиріч між теорією і експериментом, що сприяє розвитку мислення, творчих здібностей. Якщо ранні дослідження розглядали «проблемне навчання» як предметний метод, то сьогодні вимагає розуміти його як технологію розвивального навчання, що спрямована на активне одержання знань, формування прийомів дослідницької та творчої пізнавальної діяльності.

Технологія контрприкладів є різновидом проблемної технології, яка ґрунтується на діяльнісному підході та теорії розвивального навчання, хоча і використовує певні елементи гештальтпсихології. Використання контрприкладів базується на діалектичному принципі єдності і

боротьби протилежностей, а саме протилежності (протиріччя) виступають головним чинником усіх змін як в суспільстві, так і в науці. В основі використання контрприкладів лежить ідея С. Л. Рубінштейна про розвиток свідомості людини шляхом розв'язання пізнавальних проблем, які містять в собі протиріччя. Навчання за допомогою контрприкладів:

- стимулює прояви самостійності, активності, ініціативи та творчості у студентів;
- розвиває інтуїцію, дискурсивне (проникнення в суть), конвергенційне (відкриття), дивергенційне (створення), критичне мислення;
- дає досвід творчого розв'язання різноманітних наукових і практичних проблем.

Слід зазначити, що порівняно з проблемним навчанням технологія використання контрприкладів має більш широке застосування, бо дає змогу застосовувати їх як для створення проблемних ситуацій, так і для корекції знань, тобто не тільки на творчому чи трансляційному рівні, а також і на репродуктивному рівні. Саме можливість використання контрприкладів на рівні простого відтворення знань значно розширює межі застосування проблемного методу. Оскільки проблемне навчання пов'язане з великими затратами часу (постановка та розв'язання проблемної ситуації) та приховує в собі природній процес розподілу студентів на самостійних і несамостійних, то ефективне застосування технології контрприкладів в певній мірі усуває ці недоліки.

Впровадження модульного навчання фізики в основному ґрунтується на застосуванні принципу модульності при дослідженні окремих напрямів методики фізики: модульний підхід до побудови змісту шкільного курсу фізики та вивчення окремих тем (П. С. Атаманчук [20], О. М. Дон [182], О. В. Сергєєв [400] та ін.); до розв'язування задач з фізики (А. І. Павленко [332] та ін.), шкільного фізичного експерименту та лабораторних робіт (В. І. Тишук [400], С. В. Коршак [243], [245] та ін.), контролю і корекції знань учнів з фізики (П. С. Атаманчук [20], О. І. Бугайов [110], [111] та ін.), формування наукової картини світу (С. У. Гончаренко [157], О. І. Ляшенко [279], В. І. Нечет [308] та ін.), організації навчального процесу з фізики, поєднання методів, форм і засобів навчання (О. І. Бугайов [110], О. І. Ляшенко [277], [279], О. В. Сергєєв [399], [401]; І. І. Тичина [449] та ін.).

Модульне навчання за А. В. Фурманом є метатехнологією навчання, що «забезпечує порційно-індивідуалізоване засвоєння учнями навчального матеріалу за допомогою модулів – функціонально автономних дидактичних вузлів, що поєднують адаптований зміст, організаційні форми й активні методи та призначені для комплексного розв'язання педагогічних завдань (цілей) щодо належних академічних та особистісних досягнень учнів з певним рівнем попередньої підготовки» [461, 116]. Навчальний модуль – основна структурна одиниця, яка є не простим механічним поєднанням кількох занять, а характеризується цілісністю і завершеністю процесу пізнання. В організаційному плані вивчення фізики з використанням технології модульного навчання здійснюється змістовими модулями, структура яких відображена в модульному плані дисципліни. Навчальний модуль – це відносно самостійний, функціонально орієнтований фрагмент процесу навчання, що має власне програмно-цільове і методичне забезпечення і реалізується шляхом чіткої просторової та часової регламентації.

Для встановлення елементів змісту навчального модуля та послідовності їх вивчення зручно скористатися планами вивчення модуля, які оформляються у вигляді таблиць або графів. Вони відображають інформаційно-предметний склад структури змісту і є досить ефективним інструментом подання змісту як окремих тем, так і розділів чи курсів. Визначення логічної, просторової та часової послідовності етапів навчання дають можливість студентам усвідомити мету подальшого навчання; одержати узагальнене уявлення про навчальний матеріал і саму навчальну діяльність; актуалізувати знання і вміння, підготуватися до активного сприймання, опрацювання та застосування навчального матеріалу [36].

Основу кожного модуля складають основні елементи теми, які графічно відображаються в опорному конспекті (ОП). Для забезпечення цілісного сприйняття техніка й логіка розробки ОП полягає у виділенні головних елементів модуля (основні ідеї, основні поняття, закони і явища, практичне використання) і з'ясування співвідношення між ними. В опорному конспекті відображаються загальні зовнішні і внутрішні зв'язки між головними елементами модуля, що забезпечує цілісне сприйняття дійсності, дає можливість пояснювати її та конструювати практичну діяльність. Конкретна кількість елементів опорного конспекту зумовлюється змістом і значущістю теми з фізики.

Організація роботи з опорним конспектом в основному дублює методику В. Ф. Шаталова, проте застосування саме опорних конспектів, що розробляються особисто студентами, допомагає уникнути недоліків технології вчителя-новатора, які висловлювалися О. І. Бугайовим та Л. М. Фрідманом [459] щодо застосування асоціативної теорії пам'яті до вивчення фізики на основі опорних сигналів.

Залежність процесів пам'яті від характеристик матеріалу, який запам'ятовується, розкриває асоціативна теорія. Згідно неї в основі запам'ятовування та відтворення фактів лежить асоціативний ланцюжок кількох типів (асоціація за схожістю, за суміжністю, за контрастом) з уже наявним у пам'яті матеріалом. Згідно з гештальтпсихологією процесу запам'ятовування сприяють чітка організація і структурування матеріалу та активна участь особистості у цьому процесі. В рамках біхевіористичної теорії закономірності процесів пам'яті пояснюються досвідом людини, характеристиками вправ по закріпленню матеріалу. Мотиви, зміст та структура діяльності людини визначають успішність мнемічної діяльності з точки зору діяльнісної теорії. Таким чином, згідно всіх перерахованих психологічних теорій пам'яті, створення опорного конспекту сприяє засвоєнню навчального матеріалу. Крім того, особливо слід відмітити важливість активної участі студента в структуруванні матеріалу.

Технологізація навчання фізики полягає в обґрунтованому виборі системи організаційних форм, методів, засобів та їх оптимального поєднання, тобто створенні і реалізації технологій навчання фізики, орієнтованих на досягнення цілей навчання, виховання й розвитку із урахуванням індивідуальних особливостей. Теперішні принципів зміни механізмів відтворення функціональних і матеріально-організаційних структур навчального процесу, які детермінують модернізацію традиційної системи підготовки студентів, розробку і реалізацію інноваційних технологій нового типу, що ґрунтуються на суттєвих змінах у взаємовідносинах викладачів та студентів і називаються акмеологічними. Акмеологічна технологія підготовки майбутнього фахівця – це системний спосіб навчання студентів проектуванню, створенню та реалізації елементів методичної системи роботи певної посадової особи на основі контекстного навчання.

Підготовка майбутнього фахівця ґрунтується на:

- діяльнісному підході до процесу навчання студентів, згідно з яким найбільш ефективно формування технологічних знань та вмінь здійснюється при введенні у навчальний процес елементів майбутньої професійної діяльності фахівця;

- використанні системного принципу навчання майбутніх фахівців, концептуальною основою якого є акмеологічна теорія навчально-професійної діяльності, згідно з якою навчанням передують виявлення закономірностей, чинників і умов розвитку майбутніх фахівців та стимулювання навчання сучасними засобами [252].

Суттєве поліпшення підготовки майбутнього фахівця телекомунікаційної галузі, посилення її прогностичної спрямованості можливе за умови розробки теоретичних і методичних основ його підготовки до професійної діяльності, що повинна базуватися на наступних положеннях:

- системний, структурно-функціональний, прогностичний та діяльнісний підходи складають підґрунтя технологізації підготовки майбутнього фахівця телекомунікацій;

- поєднання форм, методів і засобів навчання фізики забезпечують орієнтацію фундаментальної та спеціальної підготовки майбутнього фахівця на створення високоефективної фахової системи його діяльності;

- інноваційні технології навчання фізики підвищують інтегрованість фундаментальних, технічних, методичних і спеціальних знань, що позитивно впливає на розвиток особистості фахівця.

Новітні технології навчання передбачають не просто отримання знань, а творче відношення до них, сприяють формуванню і вихованню освіченого, творчого, професійно здібного фахівця. Таким чином, об'єктивна вимога часу – модернізація освіти, обумовлена необхідністю кореляції освіти із рівнем знань про світ і людину, вимогами реалій сучасного світу.

На сьогодні рівень розвитку комп'ютерних технологій у країнах стає складовою «невагомої економіки» – тобто «економіки знань». Важливими роботами в галузі створення і використання засобів інформатизації освіти є роботи Б. С. Гершунського [146], М. І. Жалдака [190], М. П. Лапчика [267], Є. С. Полат [316], І. В. Роберт [376] та ін. Дослідники [146], [316], [376] одностайні в тому, що інтеграція традиційних і нових інформаційних технологій у навчальний процес буде сприяти індивідуалізації, диференціації, інтенсифікації освіти.

З інформатизацією освіти на сьогодні пов'язуються можливості побудови відкритої системи освіти, яка дає можливості: докорінно змінити технології отримання знань, відкрити доступ до нетрадиційних джерел, більш ефективно організувати пізнавальну діяльність, підвищити ефективність процесів самоосвіти, дати можливість реалізувати індивідуальні освітні стратегії та траєкторії, надати широкі можливості для пошукової і творчої діяльності та застосувати якісно нові форми і методи навчання [160], [252]. Завдяки

цьому викладач має можливість переадресувати свою допомогу студентам на розв'язання проблемних, дослідницьких і творчих завдань. Виникає нова якість освітньої діяльності, що проявляється у дидактичних і психолого-педагогічних можливостях [211], [316].

Покращення організаційних умов навчального процесу:

- підвищення інтерактивності навчання з метою збільшення ефективності навчання;
- застосування різноманітних джерел навчального матеріалу;
- ефективна реалізація міжпредметних зв'язків;
- варіативність освітньої траєкторії: рівнева диференціація, індивідуалізації навчання;
- ущільнення навчального матеріалу за допомогою гіпертекстових та мультимедійних технологій;
- інформатизація окремих функцій професійної діяльності викладача з метою підвищення її ефективності.

Покращення психолого-педагогічних умов навчальної діяльності:

- створення позитивної мотивації та активізації пізнавального процесу за рахунок природної цікавості до комп'ютерної техніки;
- забезпечення позитивного емоційного стану студентів;
- створення умов для формування загальної культури мислення, комунікативної культури, інформаційної культури;
- включення механізмів розвитку дослідницьких та творчих якостей у студентів;
- розвиток самореалізації, самопізнання, рефлексії.

Аналіз як вітчизняного, так і закордонного досвіду використання комп'ютерної техніки в освітньому процесі свідчить про недостатню ефективність цього підходу, яка полягає головним чином у відірваності програмних засобів від навчального плану, змісту та методики навчання. Комп'ютерна техніка розвивається настільки швидко, що освітня галузь як більш інертна, значно відстає. Тому перенесення традиційної методики навчання в комп'ютерне середовище не забезпечує відчутного педагогічного ефекту [36], [153], [316]. А відсутність цілісної теоретичної концепції, що включає фізіологічні, психологічні та дидактичні вимоги до комп'ютерних програм навчального призначення не дає змоги створювати адекватні інформаційні середовища [213].

Отже, технологізація навчання фізики вимагає обґрунтованого добору комплексу організаційних форм, методів, засобів та їх оптимального поєднання, тобто створення і реалізації методичної системи навчання фізики, орієнтованої на досягнення цілей навчання, виховання й розвитку із урахуванням індивідуальних особливостей студентів та специфіки їх майбутньої професійної діяльності. При цьому особливої уваги слід приділити розвитку комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання. Насичення освітньої галузі обчислюваною технікою тільки загострило проблеми інформатизації освіти. Існує прірва між теоретичними дослідженнями, проектуванням і планами використання інформаційних технологій та реальною практикою вищих навчальних закладів, що вимагає створення програмного забезпечення з інформаційно-методичного підтримання навчання фізики, особливо у підготовці фахівців телекомунікаційної галузі.

1.4. Інформаційно-комп'ютерні технології як умова оновлення цілей та змісту навчання фізики інженерів телекомунікаційного профілю

Докорінні зміни у політичній, соціальній та економічній галузях і викликана ними побудова якісно нової системи національної освіти потребує радикального перегляду її мети, принципів, змісту, які могли б сприяти вихованню освіченої, культурної та професійно здібної особистості. У Національній доктрині розвитку освіти в Україні у XXI столітті визначено, що пріоритетом розвитку освіти є впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, які забезпечують подальше вдосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві.

Висвітлення проблем, пов'язаних з використанням сучасних інформаційних технологій у навчальному процесі, започатковано й розвинуто в фундаментальних роботах Б. С. Гершунського [146], Є. С. Полат [353], та ін.

Цілі, теоретичні та методологічні основи, психолого-педагогічні проблеми й можливості застосування нових інформаційних технологій у процесі навчання висвітлені у роботах вітчизняних науковців М. І. Жалдака [190], Ю. О. Жука [195], О. І. Ляшенка [277], [278], [279], З. І. Слєпкань [416], [417] та ін.

Психолого-дидактичні основи інформаційних технологій освіти полягають у таких аспектах:

- новітні педагогічні технології повинні забезпечити розвиток творчої активності і введення методичних інновацій у процес навчальної діяльності;
- техноцентризм у використанні комп'ютерів доповнюється діяльнісним підходом. Головним принципом є опора на активність самого студента;
- важливою умовою формування повноцінного цілісного навчально-виховного процесу при використанні інформаційних технологій є інтеграція навчальної, навчально-наукової, методичної, організаційної діяльності викладача та студента;
- використання інформаційних технологій навчання має відбуватися у відповідності з рівнем і змістом інформаційної грамотності і культури;
- реалізація рівневої диференціації при поєднанні індивідуальної роботи з колективними формами навчальної діяльності.

Психолого-педагогічні та дидактичні аспекти комп'ютеризації навчального процесу розкриті у дослідженнях психологів та педагогів Б. С. Гершунського [146], П. І. Підкасистого [346], І. С. Підласого [348], Н. Ф. Тализіної [438], та ін.

Питання розробки і застосування засобів навчання на основі комп'ютерної техніки та створення методичної підтримки їх використання досліджували М. І. Жалдак [190], Ю. О. Жук [195], І. В. Роберт [376] та ін. [242], [281].

Доцільність та шляхи впровадження комп'ютерних технологій у навчальний процес з фізики обґрунтували П. С. Атаманчук [18], [19], [20], О. І. Бугайов [109], [111], С. У. Гончаренко [154], [155], [158], В. Ф. Заболотний [436], І. О. Іваницький [210], [211], Є. В. Коршак [243], [244], А. І. Павленко [332], О. В. Сергєєв [400], [401], В. П. Сергієнко [402], [403], [404], В. Д. Сиротюк [409], М. І. Шут [477] та ін. [218], [230], [98], [238].

Аналіз різноманітних концепцій інформатизації освіти дає змогу виділити її основні напрями:

- зміна матеріальної, навчально-методичної, інформаційної бази освіти на основі нових інформаційних технологій;
- розширення областей використання інформаційних технологій, формування цілісної інформаційної культури та компетенцій;
- вплив на мету і зміст освіти процесів інформатизації суспільства у зв'язку з необхідністю: формування інформаційної культури, здатності до комунікації, активного оволодіння науковою картиною світу, швидкої і гнучкої зміни професійних функцій та формування компетентостей;
- підвищення ефективності, доступності і якості освіти внаслідок чого досягається якісно новий рівень освіти за рахунок інтеграції нових інформаційних технологій;

- інтеграція інформаційних технологій у міжпредметні зв'язки для забезпечення фундаменталізації освіти та відновлення її цілісності;
- інтенсифікація науково-дослідницької і науково-методичної діяльності;
- використання нових інформаційних технологій для управління навчальною діяльністю;
- створення єдиного загальноосвітнього простору України з перспективою подальшої інтеграції в світову освітню інфраструктуру;
- уточнення змісту навчальних програм, моделей і методик навчання;
- забезпечення контролю якості інформаційно-освітніх технологій;
- забезпечення інформаційної безпеки освітнього інформаційного середовища.

Технології останнім часом розвиваються все швидше, і переоцінка навчання в рамках цифрового простору виявляється простроченою. Це, насамперед, пов'язано з тим, що освіта найбільш чутливо реагує на зміну способів подачі інформації та зниження часових і просторових бар'єрів у її розповсюдженні. Критерієм нової інформаційної культури є вміння людини адекватно формулювати власну потребу в інформації, переробляти, відбирати, оцінювати та створювати якісно нову [93], [100], [334], [426]. Загальний низький рівень інформаційної культури, а також нерівність у можливостях отримання інформації породжують неготовність використання отриманих знань у реальному житті. Тому назріла потреба в реалізації освітніх технологій, які б встановлювали нерозривний зв'язок навчальної діяльності з високотехнологічними сферами життя.

Електронне навчання (e-Learning) у цифровому суспільстві знань забезпечує підтримку у створенні та підвищенні ефективності освітніх ресурсів, вносить значний внесок у стійкість і відкритість процесу навчання та його сталість, розширює можливості участі в ньому студентів. Застосування комп'ютерного навчання і сучасних засобів комунікації дає змогу посилити соціально-значущі мотиви: діловий, пізнавальний, співробітництва, афіліації, самореалізації і розвитку, самоствердження і комунікативності. Використання e-Learning дає можливість будувати гнучкі стратегії навчання, вводити інновації для його підтримки, але потребує невідкладної оцінки наявних знань і нових методів, підходів та інструментальних засобів [209]. Згідно визначення, прийнятого ЮНЕСКО, інформаційна технологія – це комплекс взаємозв'язаних, наукових, технологічних, інженерних дисциплін, що вивчають: методи ефективної організації праці людей, які зайняті обробкою і зберіганням інформації; обчислювальну техніку і методи організації та взаємодії з людьми і виробничим устаткуванням, їх практичні додатки; а також пов'язані зі всім цим соціальні, економічні і культурні проблеми. Під телекомунікаційними технологіями будемо розуміти технології, які використовують глобальну мережу Інтернет в синхронному та асинхронному режимі часу для різноманітних освітніх цілей [153, 27].

Аналіз сучасної науково-методичної літератури дає змогу виділити основні сфери використання мережевих інформаційних технологій у формальному та неформальному навчанні [153], [282], [311], [316], [326], [364]:

1. Джерело інформації та інформаційно-методичного забезпечення. Ця сфера забезпечує якісно новий рівень надання доступу до практично необмеженого обсягу наукової і освітньої інформації та її аналітичної обробки, безпосереднє включення до інформаційного середовища суспільства, оперативне надходження оптимальної як за обсягом, так і за змістом інформації.
2. Засіб організації і керування навчально-виховним процесом, який полягає у визначенні, згідно з навчальною програмою, змісту та послідовності пред'явлення навчального контенту, видачі управляючої інформації, ведення обліку та оцінки ефективності роботи студентів. Застосування інтерактивних форм організації навчального процесу розширює його евристичну складову та забезпечує створення більш комфортних умов для творчого самовизначення.
3. Засіб покращення психолого-педагогічних умов навчальної діяльності, що створює можливості для самостійного вибору пріоритетних напрямів, форм і темпів навчання.
4. Засіб комунікації високого рівня, який надає можливості широкого спілкування студентів з викладачами і ровесниками-однодумцями з метою консультування, здорової конкуренції та демонстрації результатів творчої діяльності незалежно від територіального розташування.

5. Засіб моделювання, автоматизації проведення експерименту та обробки результатів. Моделювання явищ та процесів, особливо швидкоплинних або недоступних, для візуального спостереження, створює можливості для дослідження їх залежності від різних факторів та поглибленого вивчення складних теоретичних питань. Автоматизація процесу дослідження та керування експериментом прискорює процеси вимірювання фізичних параметрів, накопичення та обробки інформації і скорочує час на підготовку та проведення дослідів.

6. Засіб автоматизації процесів контролю і корекції результатів навчальної діяльності, тестування і діагностики. Визначення змісту та послідовності пред'явлення контрольних-перевірочних завдань для отримання оперативної інформації про індивідуальні особливості кожного студента дає можливість диференційовано підходити до організації процесу навчання та виховання. Аналіз отриманих результатів забезпечує надання допомоги студентам у разі виникнення пізнавальних труднощів.

7. Засіб організації навчально-наукової та наукової діяльності студентів та викладачів. Інформаційні технології забезпечують виконання навчально-дослідницьких проектів, у тому числі телекомунікаційних.

8. Засіб організації інтелектуального дозвілля (наприклад, організація дистанційних олімпіад з фізики), що сприяє неформальному навчанню.

Проведений аналіз дає можливість виділити цілий ряд сформованих монотехнологій комп'ютерного навчання фізики: комп'ютерного моделювання, комп'ютерного контролю знань, комп'ютерних баз даних, комп'ютерних дидактичних матеріалів, комп'ютерних лабораторних робіт та ін. [440]. Формування нових інформаційних технологій, які вводять у практику інноваційні методи збору, збереження, обробки, передачі та представлення інформації, поглиблює взаємодію комп'ютерів та комп'ютеризованих телекомунікаційних систем із соціальним середовищем.

Унаслідок розвитку Інтернет-технологій та потреби в їх класифікації у 2004 році видавництвом О'Рейлі (англ. O'Reilly Media) і комерційним організатором серії конференцій під назвою «Web 2.0», – МедіаЛайв (англ. MediaLive, сьогодні англ. CMP Technology) було запроваджено термін Web 2.0. Цим поняттям користуються для позначення ряду технологій та послуг Інтернету, що характеризує зміну його сприйняття користувачами. Головна відмінність між технологіями Web 1.0 та Web 2.0 полягає у наданні користувачам права на участь у проекті та зміні ролі учасників: від розробника (автора контенту) і користувача (читача) (Web 1.0) до користувача у якості співрозробника і читача як співавтора (Web 2.0) (рис. 1.4) [510]. І якщо спочатку вартість Інтернет-технологій зосереджувалась у програмному забезпеченні, то тепер головними стали бази даних та сервіси для роботи з ними, а основна цінність Web, не як джерела інформації, а як засобу комунікації.

Дослідження, які були проведені журналом New Scientists, підтвердили перевагу використання технологій Web 2.0 над Web 1.0 та традиційними засобами інформації. Платформи, які засновані на цій технології, отримали значну перевагу при плануванні різноманітних (в тому числі освітніх) заходів. Наприклад, Червоний Хрест в США використовує Twitter при рятувальних операціях для обміну щохвилинною інформацією про локальні події, пов'язанні з діяльністю організації.

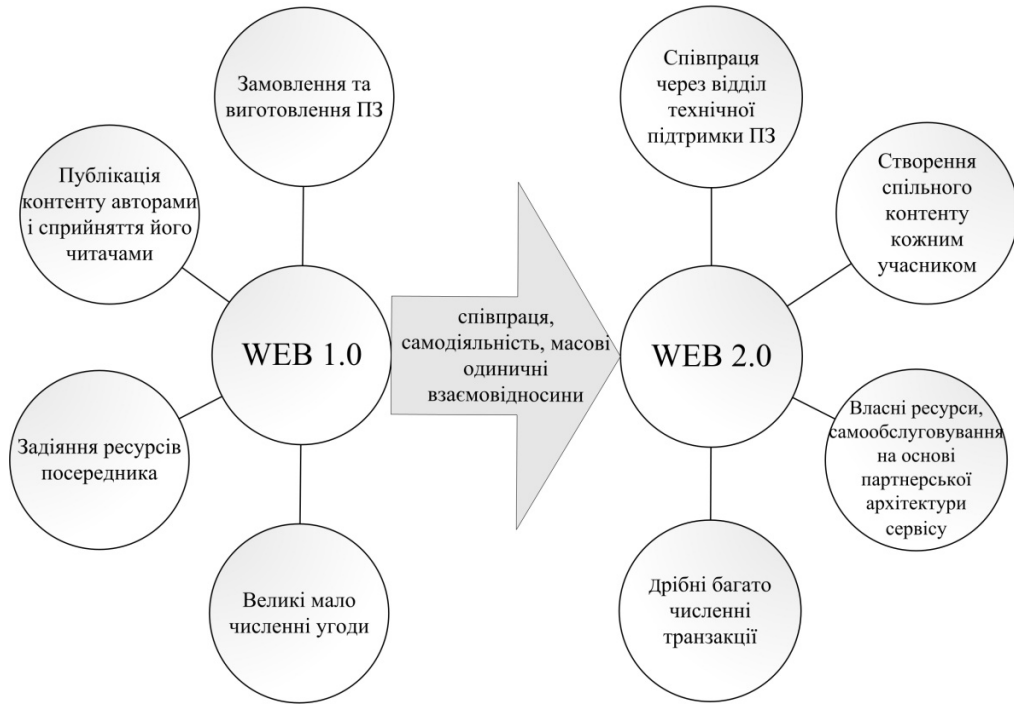


Рис. 1.4. Події у Web 1.0 та Web 2.0

Основні відмінності технологій Web 1.0 та Web 2.0 щодо програмного забезпечення (ПЗ) контенту представлено на рисунках 1.5 та 1.6 [510].

Прикладами реалізації технології Web 2.0 є цілий ряд проектів: Twitter – сервіс мікроблогів, Вікіпедія – вільна багатомовна енциклопедія, Google Earth – Google-карти, Flickr – онлайн-фотоальбом, Netvibes – персональний робочий стіл, Digg.com – ресурс новин, UcoZ – веб хостинг. Важко переоцінити той величезний об’єм освітнього контенту, що зосереджений у Інтернет-технологіях Web 2.0: починаючи від освітніх порталів, статей у Вікіпедії, і закінчуючи відеозаписами лекцій на YouTube з різних предметів від ведучих навчальних закладів США, Англії тощо (відеозаписи лекцій з хімії, фізики та біології на YouTube Каліфорнійського університету в Берклі) [130].

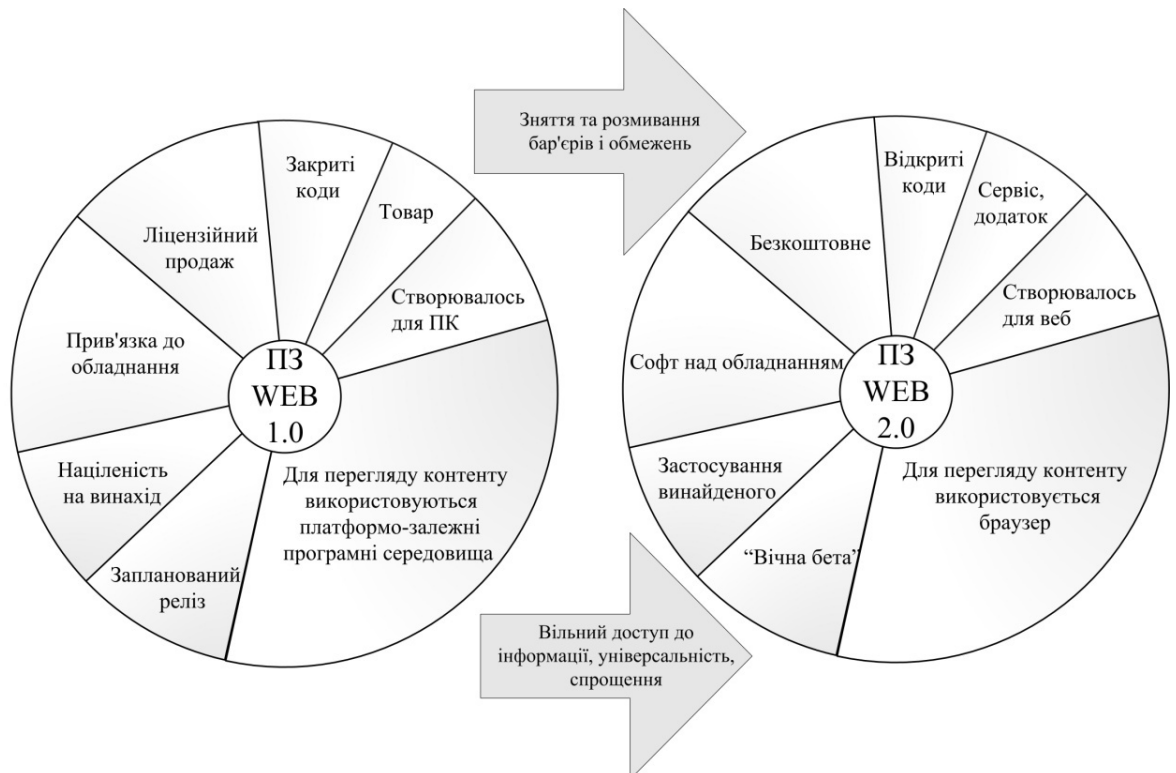


Рис. 1.5. Програмне забезпечення технологій Web 1.0 та Web 2.0

Провідні університети світу вже досить давно запровадили використання технології Podcasting з метою надання своїм студентам можливості слухати лекції на mp3-плеєрах. Podcasting – термін, який походить від двох слів iPod та Broadcasting, і є технологією, що аналогічна до технології RSS (надає користувачам можливість підписатися на розсилку новин з множини Веб-сайтів). Але замість текстового файлу замовник за допомогою програми синдикації інформації – podcatcher (Juice, Nimiq, DopplerRadio) буде скачувати аудіофайли з багатьох джерел (podcast-ів): сайтів новин, Інтернет-радіостанцій чи аудіоблогів. Перевагою цієї технології є те, що отриману інформацію не потрібно читати з монітора комп'ютера, а можна слухати на iPod-і (чи іншому пристрої, який може програвати mp3). Після виходу у світ iPod-а п'ятого покоління, який забезпечує перегляд відеофайлів та фотографій, поняття Podcasting поширилося на інші типи мультимедійної інформації.

WEB 1.0	Контент	WEB 2.0
Створення контенту кожним учасником	Поповнення даних	Плата постачальнику контенту
Таксономічно	Організація даних	Фолксонімічно
Каталоги, бібліотеки, сховища	Засоби збереження даних	API-інтерфейси
Односторонні	Посилання	Автоматичні двосторонні
Персональні сторінки	Форма представлення	Блоги
Статичний	Сайт	Динамічний
Сторінка сайту	Адреса	Мікроелемент контенту
Розум автора контенту	Джерело	Колективний розум
Меню для роботи з даними сайту	Інтерфейс	Меню для роботи з даними всієї мережі
Копірайт	Доступ	Вільна ліцензія GNU FDI
Відвідування сайту, перехід за посиланнями	Сприйняття контенту	Можливість роботи з RSS - стрічками
	Нові риси	
<i>Мережа - єдиний колективний розум; агрегація, синдикація, атомізація контенту</i>		

Рис. 1.6. Контент у технологіях Web 1.0 та Web 2.0

Використання технології Web 2.0 у навчанні володіє наступними перевагами:

- швидкість знаходження освітнього контенту та можливість його оперативної актуалізації;
- єдине інформаційне поле для спілкування із зацікавленими учасниками по всьому світу;
- незалежність навчання від географічного положення університету та місця перебування студентів;
- зручні та доступні засоби для спілкування різних видів (форуми, коментування блогів , телефонний і відеозв'язок за допомогою Skype, колективне редагування документів у Google docs) (<http://www.google.com.ua/>);
- планування заходів за допомогою сервісу Google Calendar;
- об'єднання у тематичні групи в соціальних мережах ВКонтакте і Facebook (<http://www.facebook.com/>, <http://vkontakte.ru/>);
- каталогізація та структуризація знань: Вікіпедія, сайт колективних закладок Del.icio.us.

Мережа Twitter (Твіттер; від англ. twitter – цвірінькати, щебетати), яка створена Дж. Дорсі в 2006 році, стала одним із найбільш популярних соціальних явищ. Twitter дає людям можливість для самовираження і відповідає запитам сьогодення на збільшення потреб людей у інформації, спілкуванні, політичних правах і свободах та сприяє розвитку соціально активної Інтернет-спільноти. Ця соціальна мережа, що є системою мікроблогів, дає можливість користувачам надсилати короткі текстові повідомлення (до 140 символів). Завдяки активному зростанню кількості україномовних користувачів (за даним «Яндекс» їх кількість зросла за останні півроку більше, ніж удвічі) платформа має очевидний потенціал для використання як у формальному, так і неформальному навчанні. Причому як в аудиторному он-лайн навчанні, що стало традиційним, так і за допомогою мобільних технологій – з допомогою мобільного зв'язку.

Платформу мікроблогів Twitter у галузі освіти можна використовувати кількома досить перспективними способами, а саме:

1. дати можливість викладачу створити блог та отримати свій власний форум.
2. дати можливість студентам підписатися на стрічку викладача – одного з користувачів Twitter, тобто фоловити викладача (англ. Follow, –слідкувати, стежити), організувати ненав'язливий діалог між студентами.
3. створити поточну дошку оголошень (новини та оновлення) – повідомляти студентів про зміни у змісті, формі, місці проведення заняття.
4. ставити завдання, проводити вікторини.
5. відправляти гіперпосилання, обмінюватися ними.
6. проводити моніторинг, контролювати студента та прогрес усієї навчальної групи, використовувати отримані результати для корекції.
7. оголосити результати різноманітних форм контролю.
8. організувати Твівент (англ. Twevent, – зустріч) – зустріч користувачів Twitter поза віртуальним простором, оприлюднивши її програму.
9. створити мікроблог відомого вченого минулого чи певної фізичної теорії з освітньої метою.
10. організувати перегляд записів, забезпечити віртуальну мобільність та співробітництво.
11. організувати спілкування іноземною мовою.
12. створити спільний запис, тобто створити Хештег (англ. Hashtag) – спеціальну мітку в твітах, яка дає можливість об'єднати повідомлення різних авторів в єдине смислове ціле. Хештег – це посилання, натиснувши на яке, можна побачити (в хронологічному порядку) всі повідомлення, в яких є даний хештег.
13. знайти товаришів для спілкування з інших освітніх середовищ та культур.

Створення мікроблогів у Twitter та блогів у ВКонтакте і Facebook, які стали найбільш відвідуваними соціальними мережами серед української молоді, дає студентам унікальну можливість:

- отримати цифровий артефакт вражень, власних думок, корисних посилань;
- підготуватися до роботи у колективі та створити спільні проекти;
- завдяки наявності зворотного зв'язку, перевірити власні ідеї, переконатися у правильності своїх переконань і у вірності шляху своїх міркувань;
- миттєво публікувати ідеї, матеріалізувати думку, зробити її доступною для громадськості;
- залучитись до творчого процесу, отримати вправи для розуму і позбутися нудьги;
- об'єднатися у тематичні групи (ВКонтакте і Facebook), обговорювати різноманітні науково-практичні теми, планувати зустрічі, відповідати на запитання;
- спілкуватися різними способами, що сприяє інтелектуальному розвитку та спонукає до читання.

Під час проведення лекцій досить зручно використовувати програму NetMeeting, яка дає змогу створити конференцію для членів групи та організувати спільну роботу над

освітнім контентом. Такий підхід дає змогу викладачу читати лекцію і паралельно демонструвати презентацію, яка виводиться на екрані кожного комп'ютера, а учням (студентам) – робити помітки, ставити запитання та обговорювати навчальний матеріал.

З метою підвищення активності, самостійності та відповідальності студентів для організації навчального процесу доцільно використовувати сервіс Google docs. Для цього викладач створює документ, який може використовувати кожен член групи тільки в режимі перегляду, що містить: модульний план дисципліни, план вивчення конкретного модуля, розклад і стан відвідування занять, контактну інформацію членів групи (ПШБ, телефон, електронну пошту), домашні та самостійні завдання, терміни та стан їх виконання (рис. 1.7 – 1.8). Сервіс дає можливість здійснювати обмін документами (матеріалами лекцій, завданнями і результатами їх виконання) між викладачем та учнями (студентами) за допомогою електронної пошти. Ефективність навчальної роботи за допомогою Google docs збільшується за рахунок відкритості та доступності до інформації як самих учнів студентів, так і їх батьків.

	A	B	C	D	E	F
1	Модуль	Лекції	Самостійні заняття	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Форма контролю
2	Модуль № 1	1.1.1.				Реферат
3			1.1.2.			Опорний конспект 1
4	Модуль № 2	2.1.1.				Опорний конспект 1
5		2.1.2.				Опорний конспект 1
6			2.1.3.			Індуктивний конспект
7		2.1.4.				Опорний конспект 1
8			2.1.5.			Індуктивний конспект
9				2.1.6.		
10			2.1.7.			
11					2.1.8.	Захист лабораторної роботи
12		2.1.9.				Опорний конспект 2
13			2.1.10.			Опорний конспект 2
14		2.1.11.				Опорний конспект 2
15			2.1.12.			Опорний конспект 2
16		2.1.13.				Опорний конспект 3
17			2.1.14.			Опорний конспект 3
18		2.1.15.				Опорний конспект 3
19				2.1.16.		

Рис. 1.7. Модульний план вивчення дисципліни

Таким чином, у методичній системі навчання фізики комп'ютер є специфічним засобом навчання, що створює суттєво нові потужні можливості для підвищення ефективності та результативності навчання і, разом з тим, вимагає суттєвої реорганізації самої методичної системи навчання фізики.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Дата	Номер заняття	Тема	Форма заняття	Питання іспиту	Рейтинг, оцінка (max)	Форма контролю
2		2.1.2.	Теорема Остроградського-Гаусса для електростатичного поля	Лекція	5-7		Опорний конспект
5		2.1.3.	Застосування теореми Остроградського-Гаусса.	Самостійне заняття	5-7	3+2	Індукт. конспект 2.1.2, 2.1.5.
6		2.1.4.	Робота сил електростатичного поля. Потенціал	Лекція	8-10		Опорний конспект
7		2.1.5.	Потенціальний характер електростатичного поля	Самостійне заняття		5	Розв'язування задач
8		2.1.6.	Розрахунок напруженостей і потенціалів електричних полів	Практичне заняття	3-10	5	Тест
9		2.1.7.	Підготовка до лабораторної роботи "Дослідження ел. стат. поля"	Самостійне заняття		1	Допуск
10		2.1.8.	Дослідження електростатичного поля	Лабораторна робота		1+3	Виконання, захист л.р.
11							

Рис. 1.8. План вивчення модуля

За кілька останніх десятиліть інформаційні технології пройшли шлях від окремих локальних комп'ютерних технологій (комп'ютерне моделювання, комп'ютерні вимірювальні комплекси, гіпертекстові навчальні посібники, мультимедійний контент та ін.) до навчально-методичних комп'ютерних комплексів, які здатні охопити весь процес навчання фізики. Об'ємні програмні пакети утворюють нову цілісну узагальнену технологію навчання, хоча технічно складаються з елементів, які є окремими локальними комп'ютерними технологіями. Але розвиток інформаційних технологій на цьому не зупиняється і продовжується у напрямку їх інтеграції з системами комунікацій (соціальні мережі, системи колективної роботи з документами та ін.). Тому створення інформаційно-комунікаційних технологій навчання фізики та їх комплексне використання у навчальному процесі призводить до появи принципово нових електронних засобів навчання.

Висновки до розділу 1

На основі аналізу законодавчих документів про освіту і науку в Україні та літературних джерел з проблеми дослідження встановлено:

1. В контексті професійної діяльності та компетентностей майбутнього фахівця телекомунікацій зазнає змін процес навчання фізики як базової дисципліни циклу природничо-наукової підготовки. Необхідною стає розробка методичних основ реалізації компетентісно орієнтованого навчального процесу з фізики у вищому технічному навчальному закладі.

2. Необхідність підвищення якості фахової підготовки майбутніх інженерів телекомунікаційного профілю ставить посилені вимоги до змісту і форми викладення навчального матеріалу з фізики. Проте наявне навчально-методичне забезпечення курсу фізики у вищих навчальних закладах телекомунікаційного напрямку підготовки не забезпечує належного формування фізичних знань і подальшого ефективного їх використання у майбутній професійній діяльності.

3. Набуття відповідних компетентностей та здатність перенесення їх на інші новітні сфери професійної діяльності забезпечується впровадженням діяльнісного підходу, інноваційних технологій. Технологізація навчання фізики вимагає створення і реалізації методичної системи, орієнтованої на досягнення цілей навчання, виховання й розвитку з урахуванням індивідуальних особливостей студентів та специфіки їх майбутньої професійної діяльності.

4. Внаслідок усе більш широкого використання комп'ютерної техніки в телекомунікаційній галузі важливо значно ефективніше формувати комп'ютерно орієнтовані навчальні середовища у процесі викладання

природничих та інженерних дисциплін. Проте існує неузгодженість між проектуванням і планами використання інформаційних технологій та реальною практикою вищих навчальних закладів, що вимагає створення програмного забезпечення з інформаційно-методичного підтримання навчання фізики, особливо у підготовці фахівців телекомунікаційної галузі.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ ФІЗИКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Мотивація студентів до інтенсивної навчальної роботи протягом всього семестру, стимулювання їх до включення в науково-дослідницьку діяльність, підвищення якості знань та умінь, формування компетентностей майбутніх фахівців у галузі телекомунікацій вимагають комплексного застосування інноваційних технологій навчання фізики.

2.1. Методична система використання інноваційних технологій навчання фізиці студентів напряму підготовки «Телекомунікації»

У контексті професійної компетентності майбутніх фахівців телекомунікацій окреслимо основні напрями її формування і у циклі фундаментальної підготовки:

- створення педагогічних умов й обґрунтування змісту навчального процесу, який повинен мати міжпредметний характер, містити базові теоретичні знання з вищої математики, фізики, хімії та електрорадіоматеріалів, інформатики;
- поєднання предметних та інтерактивних технологій навчання (лекції, семінари, лабораторні роботи, проекти тощо);
- організація варіативних форм навчальної та наукової роботи зі студентами;
- застосування системного підходу до організації навчального процесу, узгодження діяльності викладачів різних дисциплін;
- формування потреби і здатності студентів напряму підготовки «Телекомунікації» до самонавчання і саморозвитку у професійному й особистісному вимірах;
- упровадження у навчальний процес новаторських технологій на основі досягнень теорії і практичного досвіду в галузі педагогіки та інженерної освіти;
- прогностична реалізація запроєктованих завдань та підтримка інноваційних ідей, проектів з метою розвитку творчого потенціалу студентів.

У 2003 році В. Г. Кремень, аналізуючи стан вищої освіти, зазначив про необхідність забезпечення однакових мінімальних державних вимог у всіх навчальних закладах (нормативна частина її змісту) та наявності вибіркової частини змісту, яка сприяє автономності, самостійності закладу в урахуванні вимог замовника, можливості реалізації наукових програм закладу та задоволенні особистісних освітніх потреб педагогів [248, 106]. Характерною ознакою успішної діяльності вищих навчальних закладів є здійснення її у форматі «економічність – ефективність – результативність», що визначається ситуацією на ринку освітніх послуг та ринку праці та враховує їх потреби. [248, 108].

Реалізація професійної підготовки інженерів телекомунікаційної галузі в сучасних умовах можлива лише на основі діяльнісного підходу, за допомогою залучення студентів до таких видів навчальної діяльності, які за своїм науковим та дидактичним змістом дають змогу досягти позитивних результатів у розвитку професійних та творчих здібностей, сприяють формуванню комплексу базових професійних знань, умінь і навичок, розвитку інструментальних та інформаційних компетентностей. Цей підхід вимагає розробки та впровадження технологій організації всіх видів навчальної діяльності, які спрямовані на оптимізацію навчального процесу з урахуванням взаємодії технічних і людських ресурсів, їх науково-методичного супроводу. Навчальний процес у вищих навчальних закладах Я. Я. Болубаш розглядає як систему організаційних і дидактичних заходів, що спрямовані на реалізацію змісту освіти на певному освітньо-кваліфікаційному рівні відповідно до державних стандартів освіти [94, 2]. І.Б. Готська вважає, що методична система навчання фізики – це сукупність взаємопов'язаних елементів (зміст, форми, методи і засоби навчальної діяльності), яка направлена на задоволення соціально-індивідуальних, корпоративно-індивідуальних і індивідуальних потреб у знаннях, уміннях і навичках по дисциплінам предметної області індивідуумів та їх груп при діалектичній взаємодії суб'єктів освітнього процесу [164].

Враховуючи зазначені підходи, ми під навчально-виховним процесом підготовки майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі будемо розуміти науково обґрунтовану методичну систему, яка гарантує досягнення студентами напряму підготовки «Телекомунікації» певної навчальної мети

через:

- дидактичне цілепокладання; певний відбір змісту (який відповідає соціальному замовленню);
- поетапну реалізацію навчальних дій з використанням інноваційних технологій (модульної системи, контрприкладів, комп'ютерного моделювання, комп'ютерного вимірювального комплексу, сучасних дидактичних матеріалів (електронних навчальних посібників, мультимедійних презентацій, комп'ютерних відео фрагментів, тощо), технічного та програмного забезпечення, форм і методів організації навчальної діяльності, застосування різних видів і форм самостійної роботи студентів; забезпечення отримання результату навчання (система контролю та моніторингу якості знань) [46].

Розроблена методична система включає у себе широке використання міжпредметних зв'язків, опорних конспектів, комп'ютерного моделювання, комп'ютерного вимірювального комплексу, контрприкладів, мультимедіа-матеріалів, електронних підручників, комп'ютерного контролю та самоконтролю знань, освітнього сайту, сервісу мікроблогів, сайту колективної роботи з електронними документами, сторінок в соціальних мережах. Всі ці методичні прийоми окремо чи в певних комбінаціях використовуються у процесі навчання, але при поєднанні в єдиний комплекс в умовах творчого підходу до викладання фізики вони представляють собою нову методичну систему (рис. 2.1) [36], [79].

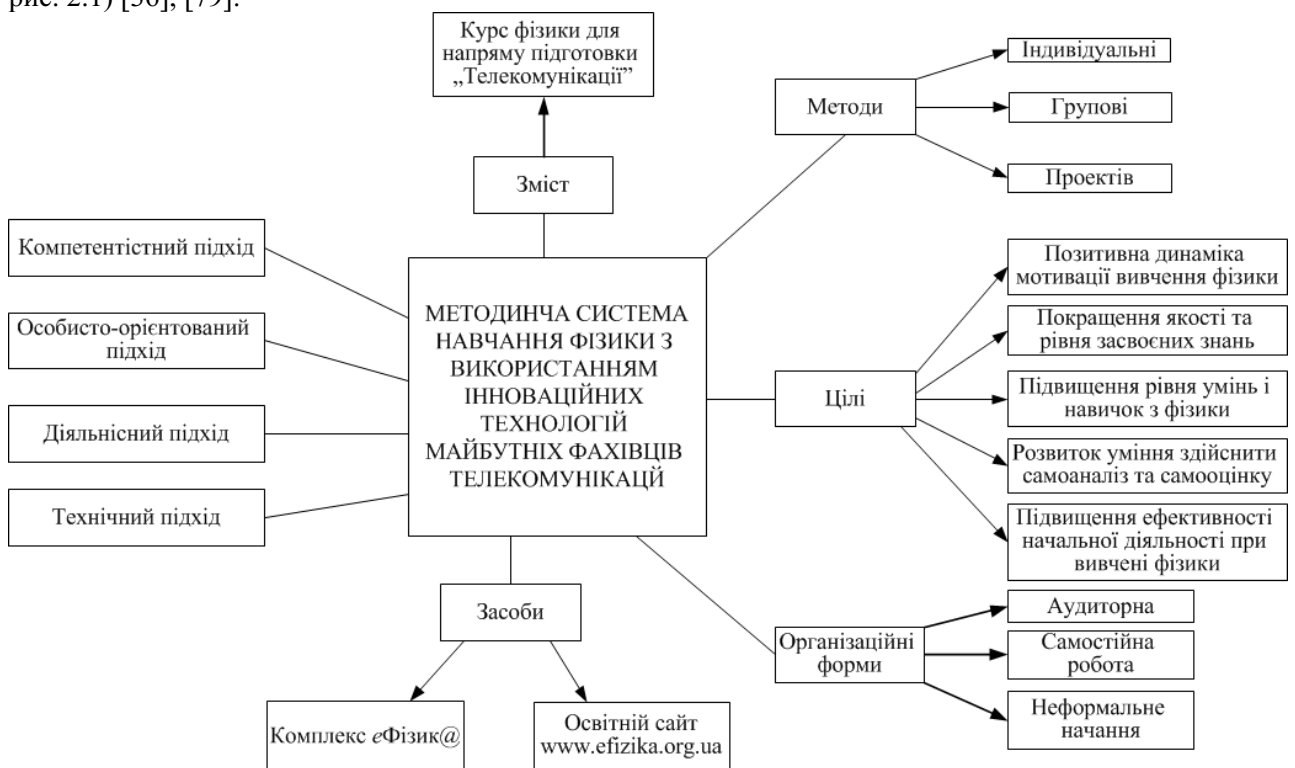


Рис. 2.1. Методична система навчання фізики майбутніх фахівців телекомунікацій з використанням інноваційних технологій

Окреслена у першому розділі специфіка підготовки фахівців телекомунікаційної галузі вимагає створення освітнього середовища, в якому важливе місце відводиться активній пізнавальній діяльності. Умовою її ефективності є створення інформаційної насиченості та інформаційного комфорту, що забезпечують інтелектуальні комунікації, самовираження особистості, можливість широкого та вільного доступу до необхідної інформації. Інформаційний комфорт забезпечується шляхом ефективно організованих джерел інформації: навчально-методичний комплекс «eФізика», освітній сайт www.efizika.org.ua, консультацій викладачів (сервіс мікроблогів Твіттер, сторінки освітнього характеру у Facebook).

З метою створення оптимального інформаційно-навчального середовища для студентів створено освітній портал, де розміщуються різноманітна навчальна інформація, електронний навчальний посібник, методичні рекомендації по використанню науково-методичного комплексу, інформаційно-методичні матеріали, електронні каталоги бібліотек, статистичні бази даних,

моделюючі програми, навчально-прикладні програми тощо. Крім того, на пов'язаних з порталом сторінках у соціальних мережах, сервісах мікроблогів та колективної роботи з документами здійснюється обговорення актуальних проблем, проводяться опитування, проводяться Інтернет-олімпіади та можуть відбуватись Інтернет-конференції тощо.

Розроблена і теоретично обґрунтована модель реалізації принципу професійної направленості навчання фізики майбутніх інженерів телекомунікаційної галузі, яка має інтегративний потенціал та включає в себе: модульну систему організації навчального процесу, професійну направленість, використання контрприкладів. Виявлено і сформульовано вимоги до інформаційних і телекомунікаційних дидактичних засобів навчання фізики студентів технічних ВНЗ з урахуванням їх майбутньої професійної діяльності. Виявлено орієнтири для розробки освітнього web-сайту, застосування якого дасть можливість студентам засвоїти знання з фізики в професійно значимих умовах.

На основі аналізу опрацьованої науково-методичної і психолого-педагогічної літератури та принципів функціонування інформаційних комп'ютерних систем нами сформульовано та реалізовано наступні вимоги до навчально-методичного комплексу «eФізика»:

- наявність сучасного зовнішнього вигляду та інтуїтивно зрозумілого (єдиного, послідовного) інтерфейсу;
- розміщення всіх компонентів, які необхідні для курсу навчання і самостійної підготовки (навчальні програми, курси лекцій, навчальні посібники, тощо);
- зручність використання інструментів та можливість розширення їх переліку;
- можливість розміщення організаційної інформації (дошка оголошень, розклад сесій, модульна інформація, запитання до екзамену, тощо);
- розміщення додаткових ресурсів та посилання на зовнішні ресурси (матеріали на читання, бібліотеки, Інтернет-ресурси);
- можливість реєстрації студентів, можливість проведення аутентифікації;
- тести для самооцінки та оцінки, які можуть бути зараховані автоматично;
- передбачення процедури отримання офіційної оцінки;
- можливість завантаження вмісту певної сторінки та отримання власного форуму, надання можливості студентам самостійно управляти змістом;
- підтримка електронного зв'язку, включаючи електронну пошту, чат (з/без модератора), профіль у соціальній мережі (ВКонтакте, Facebook);
- надання диференціальних прав доступу для викладачів та студентів;
- можливість підготовки, поширення документації і статистичних даних про хід навчального процесу і контролю якості;
- надання можливості здійснювати перехід з однієї дисципліни (предмета, курсу) на інший;
- надійність, централізована підтримка, високий рівень обслуговування;

- розробка та використання універсальних комп'ютерних програм, сервісів мережеских ресурсів (Google) та соціальних мереж для зниження витрат на підтримку та експлуатацію комплексу.

Створений і впроваджений у практику навчально-методичний комплекс, який містить навчально-методичний контент, використовує інформаційний ресурс в Інтернеті (www.efizika.org.ua) (рис.2.2).

Розроблена методична система, крім навчально-методичного призначення, направлена на підготовку інженерів телекомунікаційної галузі до використання інформаційних і комунікаційних технологій у професійній діяльності.

Сутність освітнього процесу у технічному ВНЗ, основною метою якого є формування компетентнісного фахівця, полягає в реалізації професійної направленості вивчення базових фундаментальних дисциплін та проектуванні і реалізації інтегративного освітнього простору. Обидві складові у випадку телекомунікаційної освіти вимагають змістового та методологічного узгодження різних дисциплін та широкого впровадження інформаційних та телекомунікаційних технологій у контексті міжпредметних зв'язків.

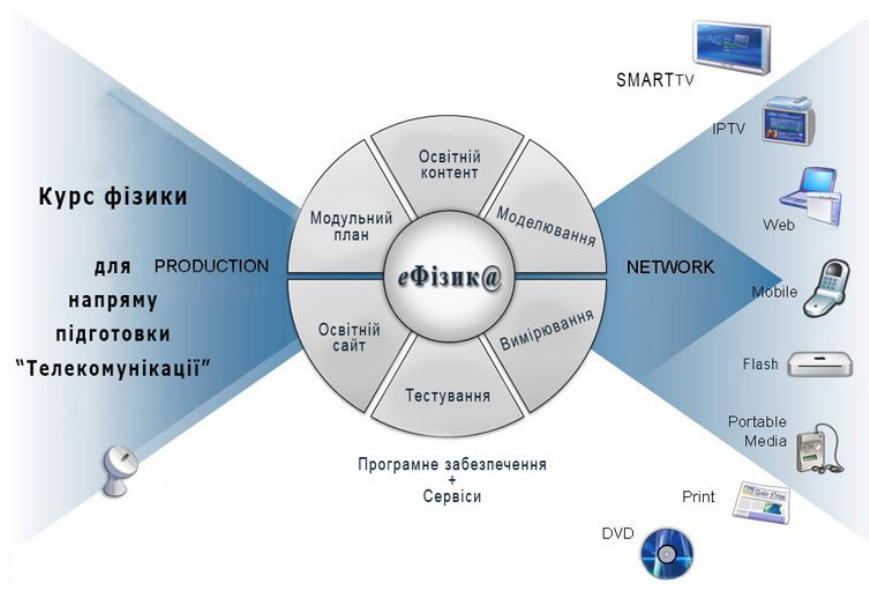


Рис. 2.2. Навчально-методичний комплекс «eФізика»

Телекомунікаційні засоби навчання виконують наступні освітні функції:

- є провідниками інноваційних технологій та комп'ютерних технологій навчання;
- сприяють популяризації ідеї використання телекомунікацій для фізичної освіти;
- забезпечують інформаційний обмін і віддалений доступ до освітніх ресурсів;
- організовують методичну підтримку викладачів;
- створюють середовище для спілкування та взаємодії викладачів і студентів;
- забезпечують ефективне управління навчальним процесом;

- готують студентів до використання інформаційних і телекомунікаційних технологій у своїй майбутній професійній діяльності;
- дають можливість задавати, відслідковувати і коректувати індивідуальну траєкторію навчання.

В контексті сучасної інженерної освіти інноваційного змісту набувають дидактичні принципи модульності та проблемного навчання. Принцип модульності полягає у використанні освітніх модулів, які забезпечують засвоєння певного обсягу навчального матеріалу, розвиток професійного мислення і діяльності, формування певних компетентностей. Модуль постає в ролі дидактичної форми чи процесуально-змістового блоку, базові поняття якого лежать в основі компетентностей.

Теоретичне узагальнення та активну інтелектуальну діяльність, що направлена на практику, обумовлює в інженерній освіті принцип розвиваючого навчання. З цією метою автором при вивченні дисципліни «Фізика» впроваджена модульна система організації навчального процесу, що підвищує активність і самостійність курсантів та студентів, дає їм змогу планувати свою особисту індивідуальну стратегію та траєкторію навчання (за змістом, темпом, формами засвоєння і контролю), економить час, стимулює включення у науково-дослідницьку діяльність та підвищує якість підготовки фахівців телекомунікаційної галузі [484], [485]. Модульний підхід покладено також в основу створеного універсального навчально-методичного комп'ютерного комплексу «eФізика», в якому головна роль приділена розробленню та впровадженню нових форм організації та технології ведення навчального процесу в контексті Болонського процесу [101], [234]. Комплекс «eФізика», оскільки він містить увесь необхідний освітній контент, заплановано до використання як викладачами фізики, так і студентами (курсантами), які вивчають цей предмет. Викладачі технічних дисциплін можуть використати його як підґрунтя для реалізації міжпредметних зв'язків та надання знанням студентів (курсантів) системно-структурної якості. Викладачам інших дисциплін він буде корисним, бо в ньому детально описано робочу модульну планувальну документацію, рейтингову систему оцінювання, алгоритми проведення оцінювання та виставлення рейтингових оцінок, приклади контрольних модульних завдань.

Одним із головних завдань модульного підходу є забезпечення прозорості системи вищої освіти, стимулювання ефективної співпраці викладача і студентів (курсантів), чітке визначення обсягів проведеної ними навчальної і наукової роботи та впровадження системи об'єктивного педагогічного контролю знань [26], [96], [97], [98], [331], [465], [483]. При реалізації модульної системи враховано фундаментальність та професійну направленість дисципліни, тому організація кожного навчального модуля здійснена на основі системного підходу до нього як комплексу навчальної інформації, що має самостійну логічну структуру та зміст. Навчальна програма дисципліни розбита на модулі, які об'єднують як різні види навчальних занять (лекції, самостійні та практичні заняття, лабораторні та контрольні роботи), так і

різноманітні форми контролю (складання і захист опорного, індуктивного, порівняльного і дедуктивного конспектів; написання та захист рефератів; розв'язування і складання задач; тестування; виконання індивідуальних завдань; експрес-опитування; фізичний диктант; виконання, захист та модернізація лабораторних робіт; складання кросвордів; робота малими групами; виконання, аналіз та захист результатів контрольних робіт; колоквиум; виготовлення дидактичного матеріалу; розробка навчальних комп'ютерних програм; складання тестів) [38], [39], [54], [434], [466], [468]. Модульний план вивчення дисципліни «Фізика», який відображає структуру модулів та відповідні форми проміжного та підсумкового контролів, наводиться у табл. 2.1.

Розподіл програми навчальної дисципліни на змістові модулі жорстко регламентований, тобто супроводжується переліком навчальних занять за видами, що відводяться на цю тему, із обов'язковим зазначенням дат їх проведення, форм контролю, переліком основних компетентностей та списком рекомендованої літератури. Зацікавленість студентів (курсантів) модульною системою забезпечується широкою варіативністю та індивідуалізацією підходів при організації навчального процесу (рис. 1.9, табл. 2.2) [104]. У повному обсязі модульні плани подано в додатку А1.

Таблиця 2.1

Модульний план

Модуль	Лекція	Самостійне заняття	Практичне заняття	Лабораторна робота	Форма контролю
Модуль № 1	1.1.1.	1.1.2.			Реферат Опорний конспект 1.1.2
Модуль № 2	2.1.1. 2.1.2. 2.1.4. 2.1.9. 2.1.11. 2.1.15. 2.1.13. 2.2.1; 2.2.3. 2.2.5.	2.1.3. 2.1.5. 2.1.7. 2.1.10. 2.1.12. 2.1.14. 2.2.2. 2.2.4. 2.2.6. 2.2.8. 2.2.10. 2.2.12.	2.1.6. 2.1.16. 2.2.11.	2.1.8. 2.2.7. 2.2.9	Опорний конспект 2.1.1–2.1.4. Опорний конспект 2.1.9 – 2.1.12.. Опорний конспект 2.1.13 –2.1.15. Індуктивний конспект 2.1.2, 2.1.5. Розв'язування задач Тест Допуск, виконання, захист л.р.
Модуль № 3	3.1.1. 3.1.2. 3.1.4. 3.1.6. 3.1.9. 3.2.1. 3.2.2. 3.2.4. 3.2.7.	3.1.3. 3.1.5. 3.1.7. 3.1.10. 3.1.11. 3.2.3. 3.2.5. 3.2.8. 3.2.10.	3.1.12. 3.1.13. 3.2.6.	3.1.8. 3.2.9.	Опорний конспект 3.1.1 3.1.4 Опорний конспект Індуктивний конспект 3.1.6 Опорний конспект 3.1.9–3.1.11 Розв'язування задач Тест Допуск, виконання, захист л.р. Опорний конспект 3.2.1–3.2.3 Порівняльний конспект 2.1.15, 3.2.4 Дедуктивний конспект 3.2.7 Усне опитування Виконання, захист л.р.
Модуль № 4	4.1.1. 4.1.2. 4.2.1. 4.2.2. 4.2.3.	4.1.3. 4.1.5. 4.1.7. 4.2.4. 4.2.6. 4.2.8. 4.2.9.	4.1.4. 4.2.5. 4.2.10.	4.1.6. 4.1.8. 4.2.7.	Опорний конспект 4.1.1, 4.2.1. Опорний конспект 4.1.2. Розв'язування задач Тест Допуск, виконання, захист л.р. Опорний конспект 4.2.2, 4.2.3 Розв'язування задач Усне опитування

Модуль № 5	5.1.1. 5.2.1.	5.1.2. 5.2.2.	5.2.3.		Опорний концепт 5.1.1 5.1.1 Опорний концепт Розв'язування задач Тест
Модуль № 6	6.1.1. 6.1.3. 6.2.1.	6.1.2. 6.1.4. 6.2.2.			Узагальнюючий концепт 6.1.1–6.1.4, 6.2.1 Розв'язування задач
Модуль № 7	7.1.1. 7.2.1. 7.3.1.	7.1.2. 7.1.3. 7.2.2. 7.2.3. 7.3.2. 7.3.3. 7.3.5.	7.3.4.	7.1.4. 7.2.4. 7.3.6.	Опорний концепт 7.1.1; 7.1.2. Опорний концепт Опорний концепт 7.2.1; 7.2.2. Допуск, виконання, захист л.р. Опорний концепт 7.3.1; 7.3.2. Розв'язування задач Усне опитування Тест

Продовження таблиці 2.1

Модуль	Лекція	Самостійні заняття	Практичне заняття	Лабораторна робота	Форма контролю
Модуль № 8	8.1.1. 8.2.1. 8.3.1. 8.4.1. 8.4.4.	8.1.2. 8.2.2. 8.3.2. 8.3.3. 8.3.4. 8.4.2. 8.4.3. 8.4.5.	8.3.5. 8.4.6.		Дедуктивний конспект 8.1.1; 8.1.2; 8.2.1 Опорний конспект Розв'язування задач Опорний конспект 8.3.1–8.3.3. Тест Опорний конспект 8.4.1–8.4.4.
Модуль № 9	9.1.1. 9.2.1. 9.3.1.	9.1.2. 9.2.2. 9.3.2.	9.3.3.		Опорний конспект 9.1.1, 9.2.1 Розв'язування задач Індуктивний конспект 9.2.1, 9.3.1, 9.3.2 Опорний конспект
Модуль № 10	10.1.1. 10.2.1.	10.1.2. 10.1.3. 10.2.2.			Опорний конспект 10.1.1, 10.1.2, 10.1.3 Опорний конспект Порівняльний конспект 10.2.1, 10.2.2, 2.2.3
Модуль № 11	11.1.1. 11.1.4. 11.2.1. 11.3.1. 11.3.4. 11.4.1.	11.1.2. 11.1.3. 11.1.5. 11.2.2. 11.2.4. 11.2.6. 11.3.2. 11.3.3. 11.3.5. 11.4.2. 11.4.3. 11.4.4. 11.4.5. 11.4.9.	11.1.6. 11.2.3. 11.4.6. Контрольна робота за II семестр.	11.2.5. 11.2.7. 11.3.6. 11.4.7. 11.4.8.	Опорний конспект 11.1.1; 11.1.2; 11.1.4. Опорний конспект Розв'язування задач Фізичний диктант Опорний конспект 12.2.1; 12.2.2 Допуск, виконання, захист л.р. Опорний конспект. 11.3.1–11.3.4. Опорний конспект .11.4.1; 11.4.3. Усне опитування Тест Письмова робота
Модуль № 12	12.1.1. 12.2.1. 12.2.5.	12.1.2. 12.2.2. 12.2.3. 12.2.4. 12.2.6. 12.2.8.	12.2.7.	12.2.9.	Опорний конспект 12.1.1; 12.1.2 Опорний конспект. Опорний конспект 12.2.1–12.2.4. Розв'язування задач Фізичний диктант Допуск, виконання, захист л.р.
Модуль № 13	13.1.1. 13.2.1.	13.1.2. 13.1.3. 13.2.2. 13.2.3.			Опорний конспект 13.1.1; 13.2.1; 13.2.2. Розв'язування задач Опорний конспект Узагальнюючий конспект 13.2.3

Інтенсифікація, контроль і своєчасне коригування навчального процесу, встановлення зворотного зв'язку та підвищення позитивної мотивації студентів вимагає урізноманітнення форм контролю.

План вивчення модуля					
Модуль № 2. Електричні заряди та поле, постійний електричний струм					
Форма заняття	Дата	Тема заняття	Питання іспиту	Форма контролю	Рейтинг. (max)
<i>Тема 2.1. Електростатика</i>					
Лекція		2.1.1. Електричне поле, його напруженість	3 – 4	Опорний конспект 2.1.1, 2.1.2, 2.1.4.	3+2
		2.1.2. Теорема Остроградського-Гаусса для електростатичного поля	5 – 7	Опорний конспект	
		2.1.4. Робота сил електростатичного поля. Потенціал	8 – 10	Опорний конспект	
		2.1.9. Поляризація діелектриків	11 – 15	Опорний конспект 2.1.9 – 2.1.12.	3+2
		2.1.11. Особливі властивості діелектриків	18	Опорн. конспект	
		2.1.13. Провідники в електричному полі	19 – 20	Опорний конспект 2.1.13 – 2.1.15.	3+2
		2.1.15. Енергія електричного поля	20 – 22		
Самостійне заняття		2.1.3. Застосування теореми Остроградського-Гаусса.	5 – 7	Індукт. конспект 2.1.2, 2.1.5.	3+2
		2.1.5. Потенціальний характер електростатичного поля		Розв'язування задач	5
		2.1.7. Підготовка до лабораторної роботи «Дослідження ел. стат. поля»		Допуск	1
		2.1.10. Діелектрики в електричному полі	16 – 17	Опорн. конспект	
		2.1.12. Застосування діелектриків	18		
		2.1.14. З'єднання конденсаторів	20	Опорн. конспект Розв'яз. задач	5
Практичне заняття		2.1.6. Розрахунок напруженостей і потенціалів електричних полів	3 – 10	Тест	5
		2.1.16. Діелектрики і провідники в електричному полі. Енергія поля	11 – 22	Тест	5
Лабораторна робота		2.1.8. Дослідження ел.стат. поля		Викон., зах. л.р.	1+3
Необхідно знати	Електростатичне поле та його властивості і характеристики. Теорема Остроградського-Гаусса та її застосування до розрахунку електростатичних полів				
Слід запам'ятати	Основні характеристики електричного поля. Формулювання та математичний запис принципу суперпозиції, теореми Остроградського-Гаусса, ємності та енергії конденсатора. Потенціальний характер електростатичного поля				
Треба вміти	Лабораторним методом визначати характеристики електричного поля, користуватись електровимірними приладами, розв'язувати задачі				
Література	1. Бушок Г. Ф., Левандовський В. В., Півень Г. Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2001, – 448 с. §84 – 101. 2. Трофимова Т. И. Курс фізики: Учебник для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 432 с. §77 – 94. 3. Трофимова Т. И. Краткий курс фізики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000, 352 с. Гл. 11. 4. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т.2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит; 1989. – 464 с. §1 – 23. 5. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 2. Електрика і магнетизм. – 2001. – 452с. §1.1 – 1.26				

Тема 2.2. Постійний електричний струм					
Лекція		2.2.1. Постійний електричний струм	23–28	Опорний конспект 2. 2.1, 2.2.2, 2.2.4.	3+2
		2.2.3. Класична теорія електропровідності металів	29	Опорний конспект 2. 2.3, 2.2.5.	3+2
		2.2.5. Струм у газах	30–32	Опорний конспект	
Самостійне заняття		2.2.2. Опір провідників	25	Опорний конспект	
		2.2.4. Правила Кірхгофа	28	Опорний конспект	
		2.2.6. Підготовка до лабораторної роботи «Дослідження з'єднання опорів»		Порівняльний конспект 2.1.14, 2.2.2 Допуск	3+2 1
		2.2.8. Підготовка до лабораторної роботи «Залежність напруги від сили струму при постійній ЕРС»		Допуск	1
		2.2.10. Постійний електричний струм	23–28	Розв'язування задач	5
		2.2.12. Колоквіум за змістовний модуль 2	1–32		10
Практичне заняття		2.2.11. Закони постійного струму	23–28	Тест. Розв'язування задач	5
Лабораторна робота		2.2.7. Дослідження з'єднання опорів		Виконання, захист л. р.	1+3
		2.2.9. Залежність напруги від сили струму при постійній ЕРС		Виконання, захист л. р.	1+3
Необхідно знати	Постійний електричний струм та його характеристики. Електричний струм у газах				
Слід запам'ятати	Закон Ома для постійного струму. Формули послідовного і паралельного з'єднання. Види розрядів				
Треба вміти	Вимірювати опір провідників різними методами. Визначати залежність напруги на клеммах джерела від величини струму навантаження. Досліджувати термоелектронну емісію. Розв'язувати задачі				
Література	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бушок Г. Ф, Левандовський В. В, Півень Г. Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2001. – 448 с. §102 – 110. 2. Трофимова Т. И. Курс фізики: Учебник для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 432 с. §95 – 100. 3. Трофимова Т. И. Краткий курс фізики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000, 352 с. Гл. 12 – 13. 4. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.;1989. – 464 с. §24 – 34. 5. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 2. Електрика і магнетизм. – 2001. – 452с. §2.1 – 2.7 				

Оскільки інформаційні технології навчання ґрунтуються на нових підходах щодо подачі інформації та її перевірки, тому потребують об'єктивних методів вимірювання знань, до яких належить тестування. Комп'ютерне тестування – найбільш об'єктивний та інформативний метод вимірювання успішності навчання [64], [112]. Комп'ютерне тестування скорочує затрати часу на проведення та обробку результатів тестування, дає можливість виключити суб'єктивний фактор.

Фізичний термінологічний диктант – письмова форма швидкого опитування студентів на практичних заняттях. Викладач починає фразу (означення, закон, тощо) – студент (курсант) закінчує.

Ефективною є технологія вивчення фізики з використанням опорних конспектів, яка дає високі результати при реалізації кредитно-модульної системи навчання у вищому навчальному закладі. Матеріал, що викладається на лекціях та є опрацьованим студентами самостійно, закодовується за допомогою системи знаків, схем, малюнків з окремими визначеннями на власний розсуд студента. Опорний конспект – графічно подана схема матеріалу модуля, контент якого об'єднаний між собою логікою співвідношень. Складання опорного конспекту здійснюється під час самостійної роботи, шляхом встановлення логічних зв'язків між окремими частинами теми та їх графічної подачі [124]. Кожна людина є індивідуальною і унікальною, тому існує тільки не значна спільність особистих асоціацій у відношенні до даного поняття. Важливим аспектом підвищення пізнавальної активності, самостійності та якості знань є виключно самостійне складання опорного конспекту кожним студентом, ця думка також узгоджується з теорією інтелектуальності Т. Бьюзена [119]. В опорному конспекті бажано означити ключові поняття теми та виділити його ядро – основне поняття або закон, яке пов'язує всі питання (або закони) теми.

Використання опорного конспекту дає можливість студенту:

- окреслити основні ідеї та виявити зв'язки між ними;
- глибше розібратися в матеріалі, що вивчається;
- легше сприймати і запам'ятовувати матеріал;
- грамотно і змістовно викласти матеріал при перевірці знань;
- систематизувати знання (під час підготовки до іспиту);
- реалізувати свої творчі здібності;
- побудувати зв'язки між темами, розділами та дисциплінами.

Опорний конспект дає змогу викладачу:

- наочно викласти весь матеріал студентам;
- концентрувати увагу студентів на окремих, найважливіших та найскладніших для розуміння питань навчального матеріалу;
- багатогранніше розкрити навчальні питання, виділити головні поняття, закони та наочно пояснити зв'язки між ними;
- швидко порівняти роботи студентів та якість засвоєння знань.

Приклад опорного конспекту подається у додатку А2. Часто зустрічається помилкова думка, що дедукція рухається від загального до окремого, та що індукція – це рух у зворотному напрямку. Насправді дедукція – процес виведення висновку, що гарантовано слідує, якщо вихідні припущення істинні та висновок на їх підставі є чинним. Висновок повинен базуватись винятково на основі попередньо наведених доказів та не повинен містити нової інформації про предмет, що досліджується. Процес виведення дедуктивно вірний тоді і лише тоді, коли з точки зору логіки за умови вірності вихідних припущень висновки також вірні; або логічно неможливі хибні висновки за вірних припущень. Дедуктивний опорний конспект – опорний конспект заснований на дедукції, в якому окремі положення логічно виводяться із загальних положень (аксіом, постулатів, законів).

У логіці використовуються два загальних методи отримання висновків: дедукція та індукція. Головною відмінністю індукції є те що для її застосування не вимагається знати усі факти до того як зробити умовивід. Оскільки на практиці неможливо все з'ясувати перед тим як робити умовивід, дедукція не має широкого застосування у реальному світі, окрім математики і природничих наук, які використовують математичні методи. Індукція, натомість, оперує набором неповних фактів та на їх основі робить висновок, який напевно слідує, не даючи жодних гарантій щодо його істинності. Незважаючи на це, індукція дає можливість набувати нові знання, які не є очевидними при розгляді вихідних тверджень. Індуктивний опорний конспект – опорний конспект заснований на індукції, в якому загальні положення логічно виводяться з окремих положень. У практичній педагогіці індукція – зведення, вид узагальнення, який пов'язаний із передбаченням спостережень та експериментів на основі даних досвіду, втілюється у принципі: від часткового до загального, від конкретного до абстрактного. Дедуктивний метод, як вважають учені-дидакти, активніше розвиває абстрактне мислення, сприяє засвоєнню навчального матеріалу на основі узагальнень.

Для опрацювання навчального матеріалу за змістовий модуль, тему, розділ доцільно використовувати створення узагальнюючого опорного конспекту. В ньому має бути відображено логічні зв'язки значної кількості освітнього контенту. Визначення та опис аналогій між фізичними явищами і процесами різної природи (механічні та електромагнітні коливання, послідовне та паралельне з'єднання пружин, резисторів та конденсаторів) зручно здійснювати порівняльним опорним конспектом. Розглянуті види опорних конспектів дають змогу раціонально використовувати інтелект, мислені властивості та організувати свої записи, звернути увагу на ключові елементи, простіше запам'ятати навчальну інформацію, зменшити витрати часу на опрацювання матеріалу, стимулювати творчі механізми мозку.

Контрольна гра забезпечує значну мотивацію студентів і її можна реалізувати великою кількістю способів. Одним із них є виконання на швидкість та якість студентами завдань, самостійно вибраних ними із підготовленого викладачем переліку. Для цього викладач розробляє картки-завдання, які складаються з пронумерованих шестигранних комірок, кожна з яких заповнена задачами або питаннями. Перехід до наступного завдання здійснюється тільки через суміжні грані шестигранників. Студенти (курсанти) самостійно поділяються на команди по 5 - 6 осіб та розподіляють ролі у складі малої групи. Певний час члени команди разом працюють над послідовним розв'язанням завдань, обраними ними довільним, але неперервним, шляхом від початкового до кінцевого пункту. Викладач вибірково опитує членів команди та оцінює кожного за середнім результатом команди. Приклад картки-завдання подається у додатку А3. Студент може самостійно підготувати реферат, який повинен мати незначний обсяг, не більше 2-3 сторінок. Обов'язкові елементи реферату: проблема, ключові поняття теми, висновки, література.

Запропоновані форми контролю повинні навчити студентів (курсантів) логічно мислити, доступно викладати матеріал під час усного та письмового контролю, відстоювати свою позицію перед аудиторією, колективно працювати над засвоєнням навчального матеріалу. Модульна система організації навчального процесу дає можливість реалізувати принципи систематичності, індивідуалізації, варіативності, гуманізації, демократизації, гнучкості навчання та підвищує його ефективність.

Контроль за виконанням модульного плану здійснюється за допомогою рейтингової системи оцінювання. Вона дає змогу чітко визначити обсяги проведеної студентами (курсантами) навчальної і наукової роботи та забезпечити впровадження системи варіативного та об'єктивного педагогічного контролю знань, в основу якого покладено принцип накопичення оцінок за певний період навчання (модуль, семестр, навчальний рік). Кожна форма контролю оцінюється певною кількістю балів, облік яких ведуть як староста (командир відділення) під контролем викладача, так і сам студент (курсант). Сума цих оцінок виступає в ролі кількісного показника якості роботи студента (курсанта) порівняно з успіхами його товаришів та відображає не тільки якість знань і вмінь, а й точність у роботі, активність, самостійність, творчість. З метою стимулювання навчальної активності за підсумками кожного навчального модуля та семестру, з урахуванням загальної суми набраних балів, складається рейтинговий список. Оскільки наперед відомо, яку суму балів потрібно набрати для того, щоб одержати певну оцінку за конкретний модуль та весь курс, то кожен студент отримує можливість протягом усього часу вивчення предметів контролювати та коригувати успішність засвоєння курсу шляхом цілеспрямованого планування та розподілу своїх зусиль для досягнення бажаних результатів.

Розглянемо систему оцінювання з дисципліни «Фізика» за I-й семестр, яка проводиться окремо за кожним видом навчальних занять та поділяється на обов'язкові та варіативні форми контролю. Важливим аспектом є здійснення оцінювання всіх видів роботи студентів з використанням накопичувальної системи.

1. Робота на лекціях та самостійна робота над теоретичним матеріалом (табл. 2.3 – 2.4).

Максимальна кількість балів за обов'язкові форми контролю – $54 + 36 + 10 + 40 = 140$.

Таблиця 2.3

Обов'язкові форми контролю	Кількість форм контролю	Максимальна кількість балів за контроль	Максимальна кількість балів
Складання опорного, індуктивного, порівняльного і дедуктивного конспектів	18	3	54
Захист опорного, індуктивного, порівняльного і дедуктивного конспектів	18	2	36

Експрес-опитування	2	5	10
Колоквіум	2	20	40

Таблиця 2.4

Варіативні форми контролю	Максимальна кількість балів
Написання реферату	3
Захист реферату	2
Складання тестів	5
Складання кросворду	5
Доповідь на науковій конференції	10

Максимальна кількість балів за варіативні форми контролю – не більше 12

2. Робота на практичних і семінарських заняттях (табл. 2.5-2.6).

Таблиця 2.5

Обов'язкові форми контролю	Кількість форм контролю	Максимальна кількість балів за контроль	Максимальна кількість балів
Розв'язування задач в аудиторії	2	5	10
Усне опитування	2	5	10
Експрес-опитування, термінологічний диктант, тестування	7	5	35
Звіт по задачах	2	10	20
Контрольна робота	1	20	20

Максимальна кількість балів за обов'язкові форми контролю – $10 + 10 + 35 + 20 + 20 = 95$.

Таблиця 2.6

Варіативні форми контролю	Максимальна кількість балів за один контроль
Виготовлення дидактичного матеріалу	5
Робота малими групами	5
Аналіз та захист результатів контрольної роботи	5
Складання задач	5
Розв'язування олімпіадних задач	5

Максимальна кількість балів за варіативні форми контролю складає не більше 10.

3. Робота на лабораторних заняттях (табл. 2.7-2.8).

Таблиця 2.7

Обов'язкові форми контролю	Кількість форм контролю	Максимальна кількість балів за один контроль	Максимальна кількість балів
Допуск та виконання лабораторної роботи	8	2	16
Захист лабораторної роботи	8	3	24

Максимальна кількість балів за обов'язкові форми контролю – $16 + 24 = 40$.

Таблиця 2.8

Варіативні форми контролю	

	Максимальна кількість балів за один контроль
Модернізація лабораторних робіт	5

Максимальна кількість балів за варіативні форми контролю – не більше 5.

Для стимуляції систематичної роботи використовуються штрафні бали за окремі порушення встановлених правил організації та проведення навчального процесу (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Вид порушення	Максимальна кількість балів за одне порушення
Невчасне виконання обов'язкових форм контролю	5
Невідпрацювання пропущеного практичного чи лабораторного заняття	5
Порушення правил техніки безпеки	10
Недбале ставлення до навчально-матеріальної бази	5

Максимальна кількість штрафних балів – не більше 27.

Стимулювання систематичної роботи студентів (курсантів) протягом усього семестру та підвищення рівня їх підготовки забезпечується: перевіркою засвоєння навчального матеріалу на кожному лабораторному і практичному занятті; використанням більш широкої шкали оцінки знань; вирішальним впливом суми балів, одержаних протягом семестру, на підсумкову оцінку; проведенням на 8-му та 14-му тижнях навчального семестру I-ї і II-ї календарних атестацій студентів.

При проведенні календарних атестацій враховуються як обов'язкові, так і варіативні форми контролю, наприклад для I-ї атестації (на 8-му тижні) – наступні форми контролю (табл. 2.10).

Студенти, які набрали від 53 до 105 балів (максимальна кількість – 105 балів), вважаються такими, що здали атестацію. Значення поточних рейтингів студентів після календарних атестацій періодично доводяться до студентів і використовуються для коригування навчального процесу та управління навчальною діяльністю кожного студента. Модульний контроль та визначення рейтингу студентів та курсантів використовується для стимулювання систематичної аудиторної та самостійної роботи, підвищення об'єктивності оцінювання знань, створення здорової конкуренції в навчанні, виявлення і розвиток творчих здібностей [372], [460], [461]. Розрахунок шкали семестрового рейтингу за I семестр наочно можна подати у вигляді алгоритму (рис. 2.3).

Таблиця 2.10

Обов'язкові форми контролю	Кількість форм контролю	Максимальна кількість балів за один контроль	Максимальна кількість балів
Складання опорного, індуктивного, порівняльного і дедуктивного конспектів	6	3	18
Захист опорного, індуктивного, порівняльного і дедуктивного конспектів	6	2	12

Експрес-опитування	1	5	5
Колоквіум	1	20	20
Розв'язування задач в аудиторії	1	5	5
Усне опитування	1	5	5
Експрес-опитування, термінологічний диктант, тестування	3	5	15
Допуск та виконання лабораторної роботи	5	2	10
Захист лабораторної роботи	5	3	15

Розрахунок шкали стартового семестрового рейтингу (R_C) рейтингу за I-й семестр здійснюється шляхом сумування всіх балів контрольних заходів за кожним видом навчальних занять протягом семестру: $R_{\Sigma} = R_C + R_B + R_{III}$. $R_{\Sigma} = 140 + 95 + 40 + 27 - 27 = 275$ балів.

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, задовільне виконання контрольної роботи, а також стартовий рейтинг не менше 110 балів. При цьому сума балів за контрольними заходами за семестр зменшується на кількість набраних студентами штрафних балів (за їх наявності). Студенти, які протягом семестру набрали кількість 247 балів і більше, мають можливість:

- отримати екзаменаційну оцінку автоматично відповідно до набраного рейтингу за умов: захищених усіх лабораторних робіт, виконаної контрольної роботи не менше ніж на 10 балів та зданих колоквіумів не менше ніж на 12 балів кожен;

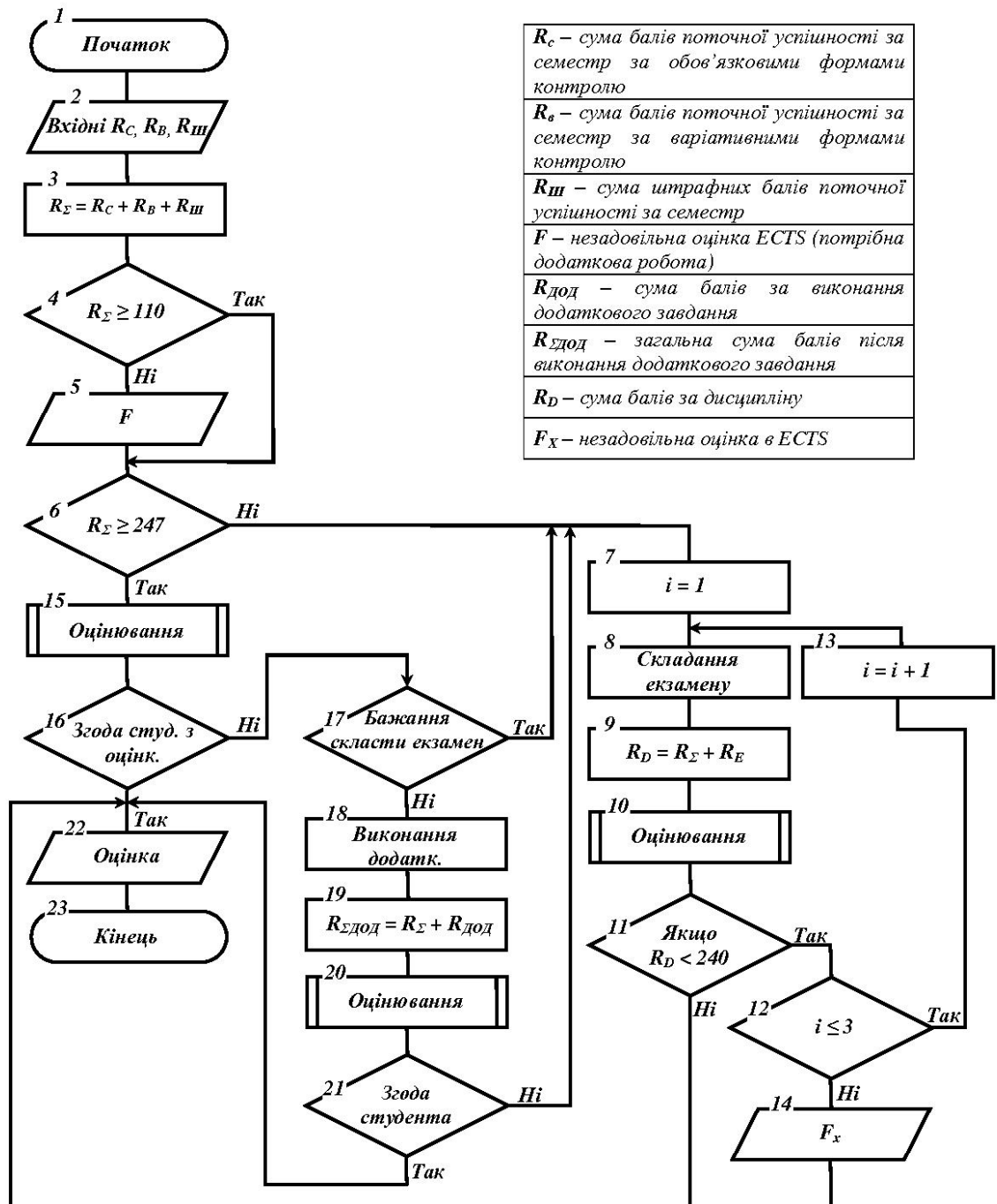


Рис. 2.3. Алгоритм проведення оцінювання з фізики за I-й та II-й семестри

- скласти іспит з метою підвищення оцінки. При цьому у разі отримання оцінки, більшої ніж за рейтинг, студент отримує оцінку за результатами іспиту; а у разі отримання оцінки, меншої ніж з рейтингу, попередній рейтинг студента з дисципліни скасовується і він отримує оцінку тільки за результатами екзаменаційної відповіді;

- до початку екзаменаційної сесії підвищити свій рейтинг з дисципліни шляхом виконання додаткового завдання.

Під час проведення іспиту визначається рівень засвоєння студентом змісту навчання, сформованих умінь і практичних навичок шляхом перевірки та оцінки рівня науково-теоретичної та практичної підготовки студентів. При

визначенні оцінки студента до уваги береться якість відповіді (обґрунтованість, чіткість, стислість), здатність впевнено та правильно відповідати на теоретичні питання і пояснювати практичні дії, здібність студента логічно побудувати свою відповідь, аргументовано відстоювати свою точку зору. Семестрова атестація здійснюється шляхом сумування кількості балів, отриманих за іспит із стартовим семестровим рейтингом. Максимальна кількість балів за іспит складає 125 балів, тоді загальна кількість балів за I-й семестр $R_D = 275 + 125 = 400$ балів.

Сума цих оцінок виступає у ролі кількісного показника якості роботи студента (курсанта) порівняно з успіхами його товаришів та відображає не тільки якість знань і вмінь, а й точність у роботі, активність, самостійність, творчість. Більш наочно виставлення оцінок можна подати у вигляді алгоритму (рис. 2. 4).

Для виставлення оцінок до екзаменаційної (залікової) відомості та залікової книжки RD переводиться у ECTS та традиційні оцінки відповідно до табл. 2.11.

Система оцінювання за II-й семестр проводиться аналогічно до першого окремо по кожному виду навчальних занять і також поділяється на обов'язкові та варіативні форми контролю. Розрахунок шкали стартового семестрового рейтингу (R_C) рейтингу за II-й семестр здійснюється так, як і в першому та має ті ж значення.

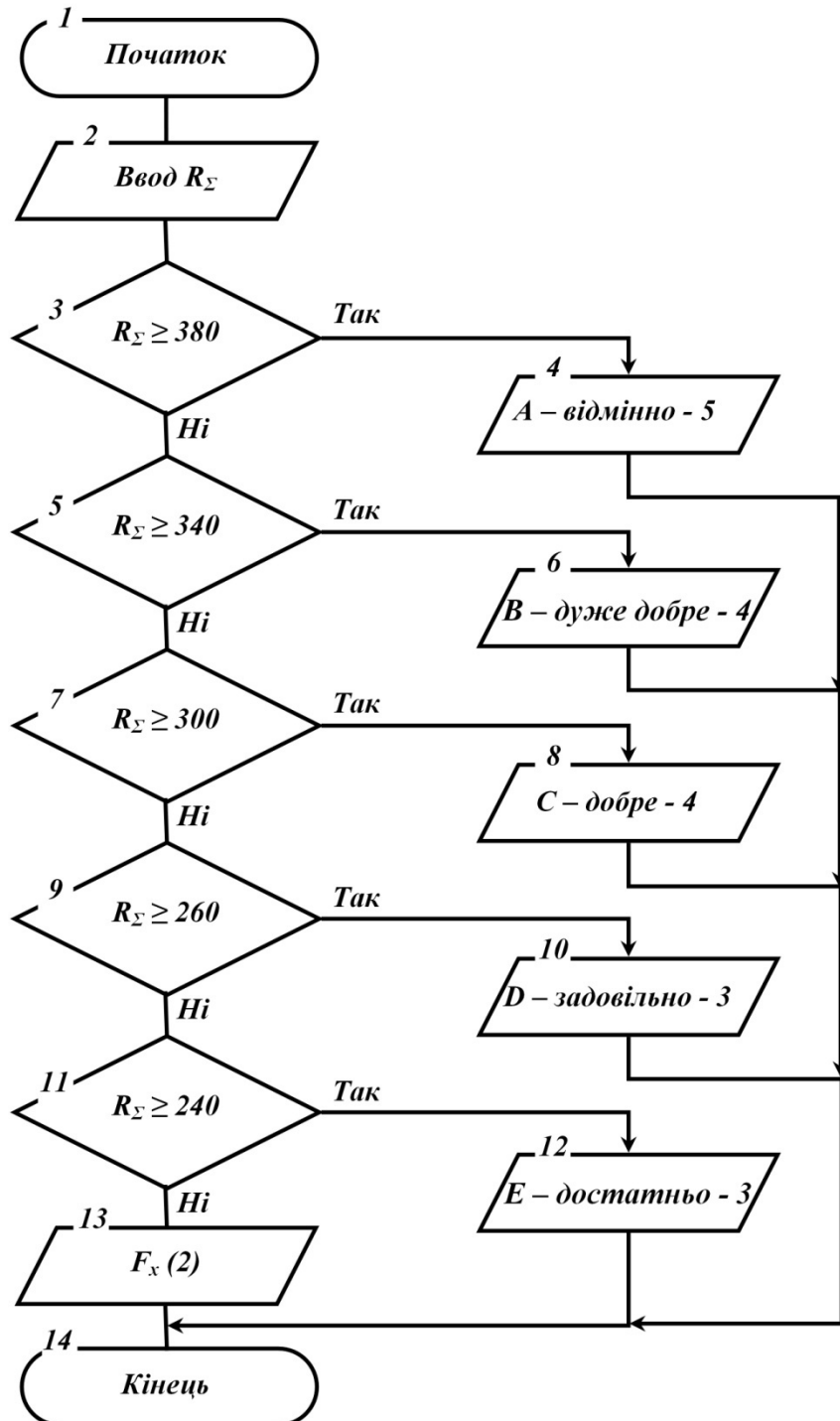


Рис. 2.4. Алгоритм виставлення рейтингових оцінок з фізики за I-й та II-й семестри в ECTS та традиційній школі

В основі кредитно-модульної технології навчання з дисципліни «Фізика» покладені наступні принципи: впровадження принципів постійного стимулювання самостійного оволодіння студентом навчального матеріалу, забезпечення регулярності і безперервності навчання, підвищення значення та об'єктивності поточного та підсумкового контролю, відмова від традиційних форм оцінки знань студентів, які сильно залежать від суб'єктивного підходу викладача. Цей метод стимулює активізацію навчального процесу, покращує відвідування занять студентами, забезпечує залучення їх до науково-

дослідницької роботи та участі в олімпіадах з фізики, а врахування індивідуальних особливостей сприяє мотивації до якісного вивчення програми навчальної дисципліни.

Таблиця 2.11

Оцінка ECTS та визначення	1-й семестр (балів)	Традиційна оцінка
A – відмінно	380–400	Відмінно
B – дуже добре	340–379	Добре
C – добре	300–339	
D – задовільно	260–299	Задовільно
E – достатньо	240–259	
Fx – незадовільно	239 і менше	Незадовільно
F – не допущено (потрібна додаткова робота з підвищення рейтингу)	160 і менше	Не допущено

Запропонована методична система навчання фізики ґрунтується на основі діяльнісного підходу, який дає можливість суміщати фундаментальність підготовки з її практичною спрямованістю. Методична система являє собою інноваційну модель навчання, оскільки характеризується системним запровадженням педагогічних методів і прийомів, спрямованих на постійне залучення студентів до активної навчально-пізнавальної діяльності.

2.2. Використання контрприкладів з метою стимуляції пізнавальних процесів

Активізація пізнавальної діяльності під час вивчення фізики – надзвичайно важливий аспект педагогічної роботи. Найчастіше це досягається створенням проблемних ситуацій, що приносить позитивні результати [278], [378], [380]. Проте застосування даного методу обмежується поданням нового матеріалу і недоцільністю його використання при репродуктивному рівні засвоєння матеріалу. Більш широко для активізації пізнавальної діяльності та корекції помилок можна застосовувати метод контрприкладів [28], [40].

У логіці, а особливо в її додатках до математики і філософії, контрприклад є винятком до запропонованого загального правила. Розглянемо твердження «всі студенти – старанні», яке заявляє, що визначена риса (старанність) справедлива для всіх студентів. Тому навіть єдиного прикладу лінивого студента буде достатньо для доведення, що це твердження – невірне. Таким чином, будь-який лінивий студент є контрприкладом до твердження «всі студенти – старанні». У математиці контрприклади часто використовують, щоб показати помилковість гіпотез або визначити межі застосування теорем. У філософії контрприклади, як правило, слугують для переконання у неправомірності деяких філософських позицій. На відміну від математиків, філософи, можуть не погодитися і спробувати знайти контрприклади у відповідь, щоб довести свої переконання. Такий же змагальний характер має застосування контрприкладів у юриспруденції.

На практиці часто виникає необхідність зробити висновок про істинність деякого твердження. Його висувають у вигляді гіпотези, яку намагаються довести чи підтвердити фактами або спростувати за допомогою контрприкладу. Використовуючи логіку, можна зробити такі узагальнення: щоб встановити істинність твердження $\forall x \in M, P(x)$, де $P(x)$ предикат, заданий на деякій множині M , достатньо знайти елемент $a \in M$, для якого твердження $P(a)$ істинне.

Розглянемо твердження $\forall n \in \mathbb{N}, n > 1, \exists d \in \mathbb{N}, d | n$, де $d | n$ предикат, заданий на множині \mathbb{N} . Щоб переконатися в хибності цього твердження, достатньо вказати один елемент $n \in \mathbb{N}$, для якого предикат $\exists d \in \mathbb{N}, d | n$ перетворюється в хибне твердження. Елемент $n \in \mathbb{N}$, для якого твердження $\exists d \in \mathbb{N}, d | n$ хибне, називається контрприкладом по відношенню до $\forall n \in \mathbb{N}, n > 1, \exists d \in \mathbb{N}, d | n$. Наприклад: розглядаючи числа виду $n = 2, 3, 4, \dots$, П'єр Ферма висловив гіпотезу про те, що числа такого виду для довільного $n \in \mathbb{N}$ є простими. Але в 1732 році відомий математик Ейлер помітив, що при $n = 641$ число $2^{641} - 1$ ділиться на 641. Таким чином, він навів контрприклад і тим самим довів помилковість гіпотези Ферма.

Отже, можемо зробити висновок, що приклади бувають двох типів – ілюстративні приклади і контрприкладі. Перші показують, чому те чи інше твердження має зміст, а другі – чому воно позбавлене змісту. Можна стверджувати що, будь-який приклад є в той же час контрприкладом для деякого твердження, а саме для твердження, що такий приклад неможливий.

Методично доцільно при викладанні математики та фізики як у курсі середньої школи, так і у вищих навчальних закладах, використовувати певну систему на заперечення та контрприкладі. При формулюванні означень і законів студенти часто допускають неточності. При їх виправленні викладачеві часто недостатньо обмежитись зауваженням «неправильно». Потрібно навести учням чи студентам приклади, які переконують їх у тому, що вони помиляються, тобто необхідно навести контрприклад до сформульованого хибного твердження.

Під вправами на заперечення будемо розуміти запитання, на які передбачається одержання аргументованих заперечуючих відповідей, доведення заперечуючих суджень, заперечення хибних тверджень. Заперечення неправильних тверджень, як правило, легше дається студентам, ніж ствердження істинності правильних. Це природно, оскільки для заперечення загальних тверджень досить привести лише один заперчуючий приклад, який і буде контрприкладом.

Пошук заперечуючого прикладу цінний часто не тільки тому, що потребує від студентів не формального, а вдумливого підходу до справи, але й тим, що примушує їх проводити своєрідний експеримент, стимулює накопичення реально-практичного змісту в розумінні суті запитання. Розглянемо деякі випадки застосування контрприкладів при вивченні фізики [260].

При формулюванні законів відбивання та заломлення студенти досить часто випускають частину означення внаслідок поверхового розуміння фізичного явища: «падаючий, відбитий (заломлений) промені та перпендикуляр, проведений у точці падіння до межі розділу двох середовищ, лежать в одній площині». Контрприкладом у цій педагогічній ситуації буде рисунок 2.5.

Рис. 2.5. Закон відбивання та заломлення

Очевидно, що пропущені слова однозначно визначають положення відбитого (заломленого) променя, бо інакше отримуємо безліч променів, що не має змісту.

При вивченні поняття довжини хвилі зручно користуватися рисунком, що ілюструє важливість слова «мінімальна» в означенні: «Довжина хвилі – мінімальна відстань між точками, що коливаються в однаковій фазі» (рис.2.6).

Рис. 2.6. Довжина хвилі

Розглянемо застосування контрприкладів при вивченні дій над дійсними частинами (11 клас) [106], [144], [169], [182]. Важливо показати учням, що множина ірраціональних чисел не замкнута відносно операцій додавання, віднімання, множення і ділення. Це можна розкрити за допомогою наступних запитань:

1. «Чи завжди сума (різниця) двох ірраціональних чисел є число ірраціональне?». Частіше всього студенти відповідають на це запитання позитивно. Цій помилці сприяють завдання виду: «Довести, що число $\sqrt{3}$ – ірраціональне».

Крім того, студенти іноді плутають такі факти: сума цілого числа та ірраціонального є число ірраціональне; сума раціонального та ірраціонального є число ірраціональне. Звідси за аналогією студенти роблять висновок, що сума ірраціональних чисел тим більше повинна бути ірраціональним числом. Помилку допомагають виявити такі контрприкладі:

- сума двох протилежних ірраціональних чисел рівна раціональному числу

- візьмемо два нескінченні неперіодичні дроби, в яких відповідні десяткові знаки в сумі складають число 5 і додамо їх:

Сума $0,333\dots$ – нескінченний періодичний дріб, тобто раціональне число.

- розглянемо ірраціональні числа $\sqrt{3}$ і $-\sqrt{3}$. Як відомо:

2. «Чи завжди добуток (частка) двох ірраціональних чисел є ірраціональне число?».

Негативна відповідь впливає з нижче наведених прикладів:

а) $\sqrt{3}$;

б) $\sqrt{3}$;

в) дані числа $\sqrt{3}$ і $\sqrt{3}$, відомо, що ці числа ірраціональні:

їх добуток: $\frac{1}{2}$, тому що відомо, що $\frac{1}{2} \cdot 2 = 1$.
 При розв'язуванні задач студенти можуть формулювати неправильні твердження. Наприклад: «З того, що u – ціле число, випливає,

що число $\frac{1}{2}u$ – дробове». Наведемо такий контрприклад:

$\frac{1}{2} \cdot 2 = 1$, але $\frac{1}{2} \cdot 4 = 2$.

Уже цей короткий огляд суті контрприкладів та логічного взаємозв'язку стверджуючих тверджень і їх заперечень показує, що застосування методу контрприкладів в університетському курсі фізики і математики може забезпечити більш глибокі і міцні знання студентів.

Одним із головних складових елементів розвитку наукового стилю мислення студентів є формування у них сучасних уявлень про простір і час, взаємозв'язок маси та енергії, принципу сталості швидкості поширення світла у вакуумі. Ці знання складають основу теорії відносності, яка здійснила переворот у фізичному світогляді та у розумінні фундаментальних понять: маси та енергії, простору і часу, абсолютності та відносності [36], [328].

Теорія відносності для людини, яка тільки починає з нею ознайомлюватись, здається дещо парадоксальною, тому її викладання вимагає особливих підходів. Як зазначає О. Ляшенко, «наукове знання не може бути беззастережно перенесене у навчальний процес, хоча та система фізичного знання, що застосовується в методичній системі як зміст освіти, мусить бути адекватною йому» [278, 46]. Важливо, щоб при викладанні розкривались логічність, теоретична бездоганність, перевіреність експериментами та використання на практиці її положень. Саме цим вимогам задовольняє підхід до викладання теорії відносності із застосуванням комп'ютерних технологій та контрприкладів [40], [55], [317], [326]. Оскільки студенти вже добре ознайомлені з механікою Ньютона, то в даному випадку під контрприкладами будемо розуміти наукові факти, які не узгоджуються з нею, тобто є до класичної механіки заперечуючими прикладами. Такий підхід дасть змогу глибше розкрити необхідність і прикладний характер теорії відносності.

У середині XIX століття гіпотеза пружних коливань ефіру відразу поставила проблему: рухається ефір, чи він нерухомий? Явище аберації світла вказувало на те, що ефір нерухомий, а дослід Фізо – на часткове захоплення ефіру тілами при їх рухові. Згідно з гіпотезою про нерухомий ефір можна спостерігати ефірний вітер» при рухові Землі по орбіті навколо Сонця зі швидкістю 30 км/с, а швидкість поширення світла відносно Землі повинна залежати від напрямку її руху в ефірі. Для перевірки цього А. Майкельсон у 1881 році за допомогою інтерферометра провів експеримент, який дав негативний результат, оскільки зміщення інтерференційної картини не відбувалося. Модель інтерферометра Майкельсона можна виготовити за допомогою навчального набору ЕСФЕ-1М «Оптика», а спостерігати інтерференційну картинку та обробити отримані результати дає можливість

програма відеоаналізу програмно-методичного комплексу «eФізика» (рис. 2.7) [36], [132], [138], [234].

Пояснити негативний результат досліду Майкельсона змогла гіпотеза голландського фізика Г. Лоренца, за якою всі рухомі тіла зменшують свої лінійні розміри у напрямку руху. Однак ця гіпотеза була занадто штучною і висувалась тільки для пояснення одного часткового явища.

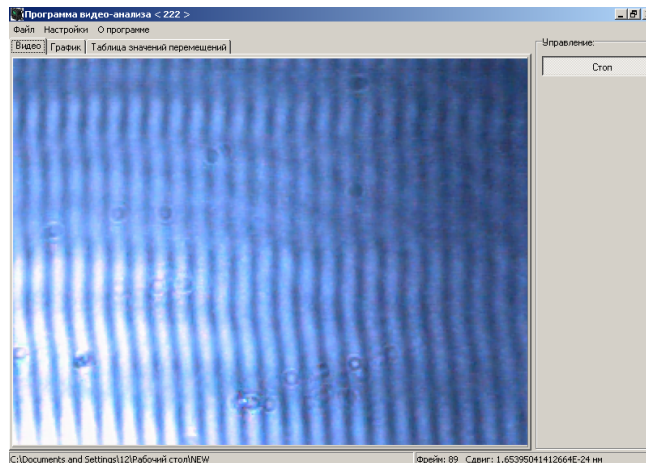


Рис. 2.7. Інтерфейс програми відеоаналізу програмно-методичного комплексу «eФізика»

З іншого боку, рівняння Максвелла не залишались інваріантними відносно перетворень Галілея. Тому ще за 10 років до того, як Ейнштейн висунув теорією відносності, Лоренц отримав рівняння для перетворень, які пізніше були названі його ім'ям. Ці перетворення, за допомогою яких можна було пояснити експеримент Майкельсона, забезпечили інваріантність рівнянням Максвелла, але не усунули протиріччя між ними та класичною механікою. Згідно з перетвореннями Лоренца час рівноправний з іншими координатами, він не існує окремо від них, а зв'язаний з простором за допомогою функціональної залежності.

Ця ідея стала початком для спеціальної теорії відносності А. Ейнштейна, який у 1905 р. опублікував роботу «До електродинаміки рухомих тіл», що містила у своїй основі два постулати. Перший постулат: ніякими фізичними дослідженнями неможливо встановити, яка із двох інерціальних систем знаходиться у спокої, а яка рухається. Цим самим постулюється неможливість виявлення «абсолютного руху» тіл, тобто заперечується існування ефіру. Другий постулат: швидкість поширення світла у вакуумі однакова в усіх напрямках і дорівнює c . Вона не залежить від руху джерела світла і спостерігача.

Незалежність швидкості поширення світла від руху джерела була підтверджена класичними дослідженнями, які були виконані у 1956 р. А. Бонч-Бруєвичем і В. Молчановим. Вони порівнювали швидкість поширення світла від правого і лівого країв диску Сонця. Внаслідок його обертання один із цих країв наближається до нас зі швидкістю 2,3 км/с, а другий віддаляється з тією ж швидкістю. Дослідженнями було показано, що швидкості поширення світла в обох випадках з достатньою точністю однакові.

Отже, сформульована теорія відносності не тільки збільшила уявлення про простір і час, а й посприяла створенню інших взаємозв'язків. Вона призвела до радикальної зміни картини світу, створеною класичною фізикою на основі важливих фізичних співвідношень та вихідних принципів. Це підтверджує й те, що застосування перетворень Лоренца до законів руху Ньютона, привело Ейнштейна до гіпотези про залежність маси тіла від системи відліку, в якій вона знаходиться.

Як змінюється маса зі швидкістю, показує наступне рівняння. Нехай маса спокою рівна m_0 , а маса того ж самого тіла, яке знаходиться у русі, рівна m , тоді справедлива

рівність

Походження ж додаткової маси знаходить своє пояснення у законі, до якого прийшов Ейнштейн при подальшому розвитку своєї теорії. Цей закон описується рівнянням, про яке говорять

як про найбільш значне рівняння минулого століття:

з нього одержуємо . Звідси бачимо, що існує принципова можливість перерахувати будь-яку масу в енергію і навпаки, тому співвідношення між масою і енергією іноді називають принципом інертності енергії. Еквівалентність маси та енергії є найбільш парадоксальним твердженням теорії відносності.

Зміну маси експериментально можна виявити лише при зміні великої швидкості, яка близька до швидкості світла. Ідеальним об'єктом для цієї перевірки є електрони. І дійсно, у 1902 р. вчений

Кауфман установив залежність поперечної маси m_{\perp} -частинок від їх швидкості, підтвердивши тим самим цей наслідок теорії відносності ще до того, як вона була сформульована. А вже пізніше, в 1914 р. Глетчер, а роком пізніше Зоммерфельд, аналізуючи дані деяких експериментів Пашена, які стосувалися, перш за все, структури спектральних ліній гелію, підтвердили, що маса електронів, які обертаються навколо ядра, задовольняє релятивістське відношення для маси. Більше того, у 1935 р. учений Наккен у своїх експериментах з катодними променями при напрузі 200000 В підтвердив релятивістську формулу залежності маси від швидкості з точністю 1%. Інші експериментальні підтвердження були отримані під час вивчення треків електронів у камері Вільсона, а також за даними про космічні промені [36], [260], [354].

Загалом теорія відносності Ейнштейна викликала великий переворот у розвитку фізичної науки, який захопив собою ціле покоління вчених. Доведеннями правдивості теорії відносності виявились: відхилення світла поблизу краю Сонця, зміщення перигелію планети Меркурій та зміна довжини хвилі світла у гравітаційному полі.

Першим контрприкладом до класичної механіки та, одночасно, доведенням теорії Ейнштейна стало виявлення У. Левер'є у 1859 році того, що рух найближчої до Сонця планети Меркурія дещо відрізняється від передбаченого механікою Ньютона. Виявилось, що перигелій – найближча до Сонця точка орбіти планети – повертається з кутовою швидкістю, яка на 43 кутових секунди у сторіччя відрізняється від тієї, яку слід було б чекати при врахуванні всіх відомих збурень від інших планет і їх супутників. Ще раніше Урбан Левер'є і Уолтер Адамс зіткнулися з аналогічною, по суті справи, ситуацією при аналізі руху Урану – найбільш віддаленої від Сонця планети серед відомих на той час. І вони пояснили розходження розрахунків зі спостереженнями, припустивши, що на рух Урану чинить вплив ще більш віддалений об'єкт, який назвали Нептуном. У 1846 році Нептун дійсно був знайдений у передбаченому місці, і ця подія вважається тріумфом Ньютонівської механіки [439], [441]. Звичайно, що Левер'є намагався пояснити згадану аномалію Меркурія існуванням невідомої планети, в даному випадку деякої планети Вулкан, яка знаходилась ще ближче до Сонця. Але виявилось, що ніякого Вулкана не існує, і тоді почали намагатися змінити ньютонівський закон всесвітнього тяжіння, згідно з яким гравітаційна сила при застосуванні до системи Сонце-планета змінюється за законом

, де γ – гравітаційна стала, m – маса частинки (планети),
 M – маса Сонця і r – відстань від центра Сонця до планети. Зміни зводились, у першу

чергу, до спроб використання закону $F \sim \frac{1}{r^2}$, де γ – деяка невелика величина. До речі, аналогічний прийом використовують (щоправда без успіху) і в наші дні для пояснення деяких незрозумілих питань астрономії (мова йде про проблему прихованої маси). Цього нікому не вдалося і питання про поворот перигелію Меркурія залишався відкритим до 1915 року. Саме тоді, у розпалі першої світової війни, коли тільки деяких учених цікавили абстрактні проблеми фізики і астрономії, Ейнштейн завершив (після приблизно 8 років напружених зусиль) створення загальної теорії відносності (ЗТВ). У ній Ейнштейн розрахував додатковий, порівняно з ньютонівським, поворот перигелію Меркурія, який виявився рівним (у радіанах за один оберт планети навколо Сонця)

(2.1)

Крім величин G і M , зміст і значення котрих зазначені вище, a – велика піввісь орбіти

планети, e – ексцентриситет орбіти (b – її мала піввісь) і v – швидкість поширення світла у вакуумі. При переході до останнього виразу (1.20) використано третій закон

Кеплера $T^2 \sim a^3$, де T – період обертання планети. Якщо у формулу (2.1) підставити найкращі відомі значення усіх величин, а також провести елементарний перерахунок від радіанів за оберт до

повороту у кутових секундах за сторіччя, то отримаємо значення $\Delta\theta$ сторіччя.

Спостереження співпадають з цим результатом з точністю близько 10^{-5} /сторіччя і цей результат став справжнім тріумфом ЗТВ (Ейнштейн у своїй першій роботі використав менш точні дані, але у межах помилок отримав повну відповідність теорії і спостережень).

У 1914 р. Ейнштейн зробив важливе передбачення: промені світла, проходячи поблизу Сонця, повинні викривлятися, причому їх відхилення повинно складати

(2.2)

де r – найближча відстань між променем і центром Сонця, а R – радіус Сонця (точніше, радіус сонячної фотосфери); таким чином, максимальне відхилення, яке можна спостерігати, складає $1,75$ кутової секунди. Яким би малим не був такий кут (приблизно під таким кутом видно дорослу людину на відстані 200 км), він міг вже тоді бути вимірним оптичним методом, шляхом фотографування зір на небі в околі Сонця. Саме такі спостереження були проведені двома англійськими експедиціями під час повного сонячного затемнення 29 травня 1919 року. Ефект відхилення променів в околі Сонця, який був установлений, узгоджувався з формулою (2.2), хоча точність вимірювань, у зв'язку з малим ефектом, була невелика. Однак відхилення вдвічі менше, ніж

згідно з (2), тобто на 50% , було виключене. Останнє дуже важливе, бо відхилення на 50% (при

$\theta = 1,75$) можна отримати вже з ньютонівської теорії (сама можливість відхилення світла в полі тяжіння була помічена ще Ньютоном, а вираз для кута відхилення вдвічі меншого ніж за формулою (2.2), було отримано ще у 1801 році).

Після оприлюднення отриманих результатів експедиції на сумісному засіданні Королівського товариства і Королівського астрономічного товариства 6 листопада 1919 року, відомий вчений Дж. Дж. Томсон сказав: «Це найважливіший результат, одержаний у зв'язку з теорією гравітації з часів Ньютона ... Він являє собою одне з найвеличніших досягнень людської думки».

Ефекти ЗТВ у Сонячній системі, як ми бачили, дуже малі. Пояснюється це тим, що гравітаційне поле Сонця (не кажучи вже про планети) є досить слабким. Останнє означає, що

ньютонівський гравітаційний потенціал Сонця за абсолютним значенням малий порівняно з квадратом швидкості світла . Так, навіть при (тобто на фотосфері Сонця)

. Нагадаємо тепер результат, відомий зі шкільного курсу фізики: для колових орбіт планет , де – швидкість планети. Тому слабкість гравітаційного поля можна характеризувати більш наочним параметром , який для Сонячної системи, як ми бачили, не перевищує значення . На земній орбіті і , для близьких супутників Землі і . Перевірка згаданих ефектів ЗТВ навіть з досягнутою зараз точністю 0,1%, тобто з похибкою, не переважаючою від вимірювальної величини (відхилення світлових променів у гравітаційному полі Сонця), ще не дає можливості

перевірити ЗТВ з точністю до членів порядку . Про вимірювання з потрібною точністю, наприклад, відхилення променів у межах Сонячної системи, можна тільки мріяти, хоча проекти відповідних експериментів вже обговорюються. У зв'язку зі сказаним фізики говорять, що ЗТВ перевірена лише для слабого гравітаційного поля.

Третій контрприклад до класичної механіки та доведення теорії відносності безпосередньо взаємопов'язаний з двома попередніми. Його називають так званим «ефектом Ейнштейна» – це зміщення спектральних ліній випромінювання зірок. Із загальної теорії випливає, що світло втрачає енергію на подолання гравітаційного тяжіння тіла, яке його випромінює. Очевидно, що зі зменшенням енергії фотонів, збільшується його довжина хвилі. Цей факт називають гравітаційним червоним зміщенням, яке спостерігається в спектральних лініях Сонця та важких зірок. Також загальна теорія відносності передбачала, що всі годинники в полі тяжіння мають сповільнювати свій хід, і оскільки коливальний рух можна порівняти з часом, то теорія передбачає зменшення частоти світлового випромінювання у присутності поля сили тяжіння. Звідси випливає, що спектральні лінії світла, що випромінюються зірками, повинні бути зміщені до червоного кольору порівняно з існуючими лініями у спектрах земних джерел. Цей факт був підтверджений у дослідженнях спектра світла карликових зірок, відповідно до нього було доведено, що середня густина зірок в 10 тисяч разів більша густини води. Безпосередньо це було підтверджено багатьма іншими експериментами різних учених, наприклад, у 1925 р. У. Адамс, фотографуючи спектри Сіріуса і його супутника Сіріуса В, спостерігав відносно них червоне зміщення. Початок досліджень таких зміщень було проаналізовано ще у 1919 р. англійським вченим В. Слайфером. Виходячи з ефекту Доплера, вчений зробив відкриття, яке привело до зовсім нових уявлень про Всесвіт. Його вимірювання червоних зміщень у спектрах ряду туманностей показали, що всі вони віддаляються від Землі з величезною швидкістю – 1800 км/с. Також у 1928 р. американськими астрономами Е. Хабблом і М. Хьюмасоном було виявлено істотне червоне зміщення при вивченні спектра галактики NGC 7619, а деякі галактики в межах Великої Ведмедиці рухаються зі швидкістю 40 000 км/с, а швидкість віддалених галактик досягла 65 000 км/с і більше. Е. Хаббл пояснив це червоне зміщення в спектрах галактик їх розбіганням. І у 1929 р. він пов'язав збільшення швидкостей галактик зі збільшенням віддалі їх від Землі:

де H – стала Хаббла. Е. Хаббл передбачив, а експерименти підтвердили, що більш віддалені галактики мають більше червоне зміщення. Для галактик, що розміщуються від Землі на відстані до одного мільярда світових років, швидкість віддалення на 10 000 км/с перевищуватиме ту швидкість,

яка має бути у випадку справедливості лінійної залежності. Але за теорією відносності ніяке тіло не може рухатись зі швидкістю, більшою від швидкості поширення світла у вакуумі. Тому зі збільшенням відстані швидкість має зростати повільніше, якщо закон Хаббла справедливий для таких великих ділянок Всесвіту. Зміщення спектральних ліній випромінювання зірок у бік червоного зміщення вдалося підтвердити завдяки ефекту Месбауера, який дає змогу досягти високої точності вимірювання частоти.

Четверте доведення теорії відносності можна отримати при дослідженні елементарних частинок, насамперед мезонів. При вивченні космічних променів були відкриті частинки, які називаються π -мезонами. Існує два типи π -мезонів, які відрізняються електричним зарядом:

позитивно заряджені π^+ , та негативно заряджені π^- . Мюони (μ^- -мезони) розпадаються на електрон (позитрон) і два нейтрино, їх власний час життя складає у середньому приблизно 2 мкс. Тому мюони, рухаючись зі швидкістю, яка мало відрізняється від c , можуть пройти лише шлях,

рівний $L = v \cdot \tau = 600$ м. Однак мюони, які утворюються в космічних променях на висоті 20-30 км, досягають поверхні Землі. Ця суперечність пояснюється тим, що їх час життя у системі експериментатора, який пов'язаний із Землею, значно більший і визначається формулою:

Сама теорія відносності відіграла важливу роль у розвитку теоретичної фізики. Слід зазначити, що наявність величезних запасів енергії в ядрі атома була доведена саме на основі відкритого А.

Ейнштейном взаємозв'язку маси і енергії, що стимулювало експериментальні й теоретичні відкриття у галузі фізики атомного ядра. А послідовне застосування ідей теорії відносності у різних сферах фізики висунула низку нових важливих, ще нерозв'язаних проблем. Дослідження їх сприяє прогресу науки, поглиблює наші знання про властивості й закономірності реального світу. Пізнавальне значення теорії відносності безперечне, тому що, торкаючись найважливіших проблем простору, часу і руху, енергії й маси, теорія відносності відіграє значну роль у формуванні наукового матеріального світогляду, а також правильного наукового уявлення про властивості й закономірності навколишнього світу.

Було б методичною помилкою вправи та запитання про заперечення і контрприкладів використовувати відокремлено, значно ефективніше застосовувати їх систематично в поєднанні з іншими. Включення контрприкладів у загальний комплекс вправ створює сприятливі можливості для забезпечення потрібного відношення між вправами, які поглиблюють знання теорії та розвивають математичне мислення, і вправами чисто тренувального характеру.

Вправи на контрприкладів та заперечення сприяють подоланню формального підходу до вивчення фізики, свідомому ставленню до предмета і формуванню навичок абстрактного та логічного мислення [36], [509]. Таким чином, використання контрприкладів завдяки простоті, доступності, високій інформативності, наочності є надзвичайно доцільним і корисним, а їх застосування є одним з методів педагогіки під час вивчення як фізики та математики, так й інших дисциплін шкільної та університетської освіти [51], [180], [194].

Інтеграція України в європейській освітній простір вимагає застосування інновацій як в області процесу навчання, так і в методиці навчання. Важливою особливістю реформування системи освіти є перехід від авторитарної до особистісно-орієнтованої моделі, від формального викладання, направлено на отримання знань, до навчання, яке призводить до засвоєння компетентностей [203], [300], [311], [433], [455].

Тому перед викладачем постає необхідність урізноманітнювати та комбінувати методи навчання, використовувати особистісно-орієнтовані педагогічні інноваційні технології, які дадуть змогу учням та студентам досягти ґрунтовного засвоєння законів фізики та глибинного розуміння фізичних явищ. О. Ляшенко, оперуючи терміном «дидактична система знань», підкреслює його дидактичну насиченість і конкретність при застосуванні у процесі навчання фізики: «Відбувається ніби накладання зовнішніх факторів, обумовлених діяльними структурними компонентами процесу навчання (навчанням і викладанням), на внутрішню логіку наукової системи знання, обумовлену її логічною й пізнавальною структурами» [279, 49].

Практичною реалізацією інноваційної технології навчання фізики є запропонована нижче система відстеження розвитку і становлення фундаментальних фізичних ідей із застосуванням контрприкладів, вправ на заперечення та фізичних задач під час вивчення будови речовини [40], [51], [61].

Сучасна фізика займається вивченням закономірностей мікросвіту і проникає в ультрамалі субатомні просторово-часові області. Відповідно до теоретичних припущень простір, що нас оточує, на надзвичайно малих відстанях має досить складну дрібнозернисту структуру з фантастичною густиною енергії. Формування уявлень про будову речовини доцільно здійснювати в історичній послідовності розвитку вчень про мікросвіт [250]. Ще в сиву давнину було сформульовано дві гіпотези про внутрішню будову речовини, що взаємно виключають одна одну. Згідно з першою речовина складається із кількох первинних елементів, наприклад, повітря, води, вогню, землі. Інша точка зору полягала в тому, що всі тіла складаються із неподільних частинок – атомів. Припущення про те, що будь-яка речовина складається з дрібних неподільних часток, вперше висловили в VII-V столітті до н. е. індійський мудрець Канада та давньогрецькі філософи Левкіп і Демокріт. Саме вони назвали атомом дрібну неподільну частинку, що утворює речовину. Вони вважали, що речовини утворюються в результаті зіткнення атомів і появи між ними зв'язків, природу та механізм яких не уточнювали. Проте припустили, що атоми мають форму правильних багатогранників: куба («атоми землі»), тетраедра («атоми вогню»), октаедра («атоми повітря»), ікосаедра («атоми води») [265], [354]. Але вже у IV столітті до н. е. пануюче становище зайняло ідеалістичне вчення Аристотеля, і не зважаючи на те, що ідеї атомізму пропагували Епікур та Лукрецій Кар, їх забули майже на дві тисячі років. Саме слово «атом» зникає із вжитку, а пропаганда вчення про атоми навіть у 1626 році у Франції переслідувалась смертною карою [36], [427].

Після двадцяти століть забуття в 1647 році ідею про атоми відродив до життя французький філософ і просвітник П. Гасенді, проте вона і надалі залишалася тільки гіпотезою. Вперше корпускулярну теорію будови матерії розвив Р. Бойль, увівши поняття хімічного елемента та встановивши перший в історії газів закон. Цей закон показує, як змінюється об'єм газу V зі зміною його тиску p при постійній температурі та незмінній масі. Графічна залежність p від V для азоту при температурі $T = 323$ К, отримана за допомогою комп'ютерної моделі в програмі «ЕФізика», зображена на рис. 2.8.

Розвиваючи ідеї Р. Бойля, А. Лавуаз'є встановлює, що повітря, один із «первинних» елементів, насправді являє собою суміш газів [183], [240].

Атомна теорія була вперше виражена кількісно у 1803 році Дж. Дальтоном на основі власноруч експериментально отриманих результатів. Він відкрив закон, згідно з яким хімічні речовини об'єднуються між собою при утворенні різних сполук у простих кратних співвідношеннях (1:1, 1:2 і т. д.). Дальтон пояснив кратні співвідношення існуванням атомів, дав чітке означення атомної маси та склав першу таблицю відносних атомних мас.

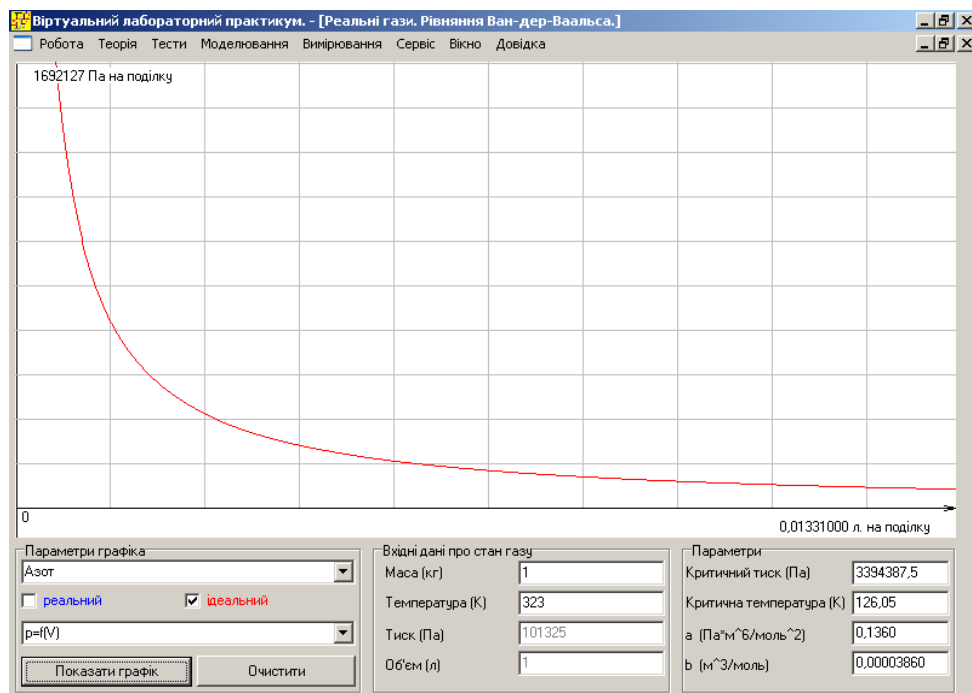


Рис. 2.8. Ізотерма азоту, отримана в програмі «ЕФізика»

Дана модель дає можливість здійснювати вибір газу та вводити значення його маси і температури [65].

Закон простих об'ємних співвідношень, надійно встановлений 1808 року в експериментах Ж. Гей-Люссака, не знаходив собі пояснення в теорії Дальтона. Він став до нього контрприкладом, оскільки з'єднання 2 л водню і 1 л кисню дає не 3 л, а тільки 2 л водяної пари. Виходом із цієї кризової ситуації було введення А. Авогадро в 1811 році поняття молекули як з'єднання атомів. Єдиним поясненням результатів Гей-Люссака є припущення про те, що в рівних об'ємах будь-яких газів при сталих значеннях температур і тисків міститься однакова кількість молекул, яка є скінченною величиною. З цього часу в атомістичній теорії замість маси починають використовувати поняття кількості речовини та вводять сталу Авогадро [240].

У 1816 році англійський вчений В. Праут одним із перших запропонував модель атома, висловивши припущення про те, що атоми всіх елементів є складними системами, побудованими з тих самих елементарних частинок, які є атомами найлегшого елементу – водню. Наступне дослідне підтвердження правильності поглядів Демокріта одержав у 1827 році Р. Броун, який спостерігав хаотичний рух завислого у воді пилку рослин. Відкриття Дальтона і Гей-Люссака та броунівський рух є по суті контрприкладами до поглядів Аристотеля та дослідним підтвердженням атомної теорії [21], [36], [212], [255], [269], [342], [372].

Праці Максвелла з кінетичної теорії газів (1860 р.) дали змогу розв'язати задачу про розподіл швидкостей молекул, провести обчислення багатьох газових величин та допомогли визначити розміри молекул і їхню кількість у даному об'ємі при відомих температурі та тиску. Першою вдалою спробою оцінити розмір та масу атомів можна вважати роботу Й. Лошмідта, який у 1865 році оцінив розміри всіх атомів близько 10-10 м, а масу порядку 10-27 кг [36], [427].

Задача 1. Й. Лошмідт експериментально визначив, що відношення густини водяної пари до

густини води дорівнює $\frac{1}{800}$. Вважаючи, що в рідкому стані молекули мають щільну упаковку та відношення густин рідини та пари однакове як для повітря, так і води, знайти концентрацію молекул повітря в 1 см³.

Розв'язання. Виразимо теоретично співвідношення густин водяної пари $\rho_{\text{пар}}$ і густини

води $\rho_{\text{вод}}$ та отримаємо $\frac{\rho_{\text{пар}}}{\rho_{\text{вод}}} = \frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{вод}}}$. Приймемо об'єм водяної пари за 1, тоді об'єм молекул води у випадку щільної упаковки можна знайти, знаючи загальний об'єм води $V_{\text{вод}}$, який відповідає одиничному об'єму водяної пари (рис. 2.7). Оскільки об'єм води дорівнює $V_{\text{вод}}$, а об'єм

молекул –

(рис. 2.9), то

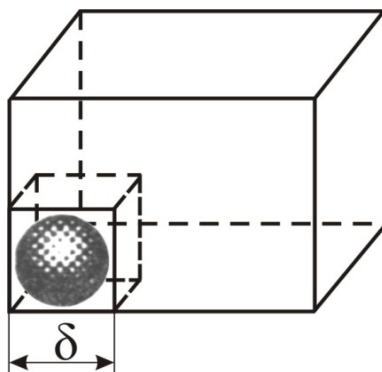


Рис. 2.9. Співвідношення об'єму молекул та об'єму посудини у випадку щільної упаковки

Звідси, виразивши об'єм води через об'єм усіх молекул , отримаємо формулу для співвідношення густин:

$$\rho_{\text{в}} = \rho_{\text{м}} \cdot n_0 \cdot V_{\text{м}} \quad (2.3)$$

Згідно з кінетичною теорією газів, середня довжина вільного пробігу

молекул дорівнює: $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} n_0 \sigma}$, де λ – середня відстань між молекулами, σ – сфера дії молекули, яка в першому наближенні дорівнює діаметру молекули, якщо вважати її кулею. Оскільки кількість молекул в одному сантиметрі кубічному пов'язана із середньою відстанню між ними

співвідношенням $n_0 = \frac{1}{\lambda^3}$, то $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} n_0 \sigma}$ і $n_0 = \frac{1}{\lambda^3}$,

$$\rho_{\text{в}} = \rho_{\text{м}} \cdot \frac{1}{\lambda^3} \cdot V_{\text{м}} \quad (2.4)$$

Об'єм окремої молекули $V_{\text{м}} = \frac{4}{3} \pi r^3$, тому $\rho_{\text{в}} = \rho_{\text{м}} \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \frac{1}{\lambda^3}$,

$$\lambda^3 = \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{в}}} \quad (2.5)$$

де λ – об'єм усіх молекул.

Підставивши (2.3) у (2.5), отримаємо

Звідси, знаючи середню довжину вільного пробігу молекул повітря та вважаючи відношення густин рідини та пари однакове для повітря і води, діаметр молекули повітря складає приблизно

. Знаючи λ та σ із формули (1.2), знайдемо кількість молекул повітря в 1 см³:

$$n_0 = \frac{3}{4\pi\sigma^2 \lambda} \approx 2,1 \cdot 10^{19}$$

Оскільки об'єм 1 моля ідеального газу, згідно з сучасними даними дорівнює

$V_m = 22,4$ л, знаючи постійну Лошмідта, можна розрахувати сталу Авогадро:

У 1873 році І. Ван-дер-Ваальс проводить оцінку сталої Авогадро, використовуючи для цього запропоноване ним рівняння стану реального газу. Особливості поведінки газів при високих тисках і фазовий перехід газ – рідина не описуються рівнянням Клапейрона, яке виявляється придатним лише у випадку ідеального газу. Цей факт можна спостерігати візуально за допомогою моделюючої програми, яка знаходиться в меню «Моделювання» програми «еФізика» (рис. 2.10) [58; 65; 341].

Контрприклад до застосування рівняння Клапейрона у випадку реальних газів є наступна задача [36].

Задача 2. У посудині об'ємом 90 см³ під тиском 3 МПа знаходиться 50 г вуглекислого газу. Знайти температуру газу, розглядаючи його як:

1) ідеальний; 2) реальний.

Розв'язання. При виконанні першого та другого завдань використовуються рівняння Менделєєва-Клапейрона (2.6) та рівняння Ван-дер-Ваальса (2.7) відповідно

$$pV = nRT \quad (2.6)$$

(2.7)

де m – маса газу, M – його молярна маса, V – об’єм, що займає газ, а a і b – поправки, які є сталими величинами і можуть бути визначені за допомогою досліду. Розрахунки за даними із умови задачі

дають результати температури у припущенні ідеального газу $T_P = 393,1\text{ K}$, а у випадку реального

$$T_P = 393,1\text{ K}$$

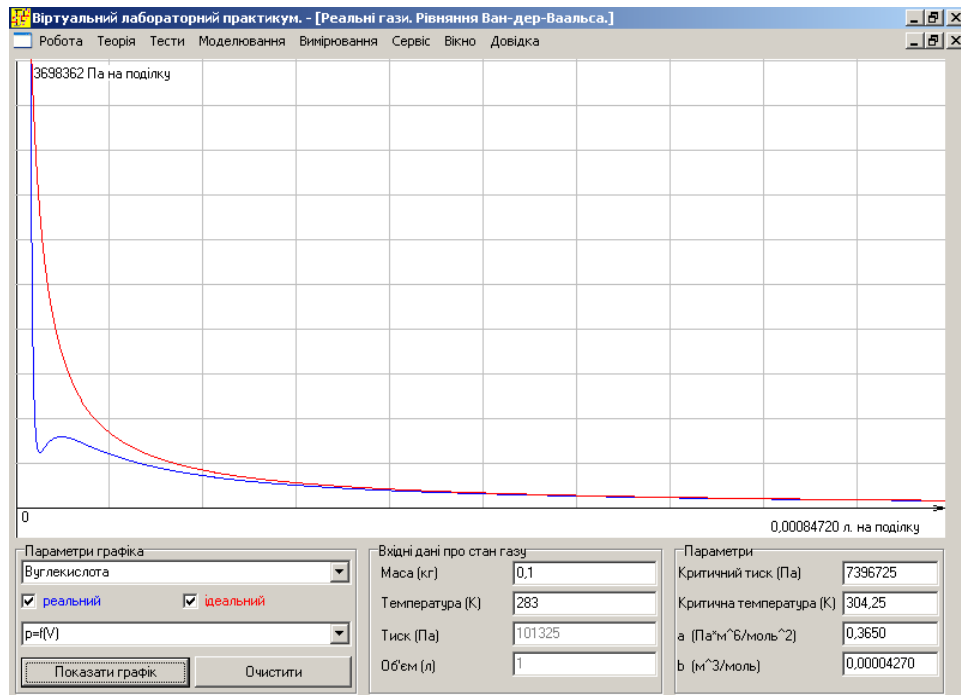


Рис. 2.10. Ізотерми вуглекислого газу, отримані в програмі «eФізика»

Більш детально розглянути межі застосування рівняння стану ідеального газу можна на наступному прикладі.

Задача 3. У посудині об’ємом 90 см³ знаходиться 50 г вуглекислого газу. При якому тиску різниця температур газу, що розраховані для випадку ідеального та реального, складає 5 К.

Розв’язання. Складемо систему рівнянь

Віднявши від другого рівняння перше та позначивши через t різницю температур, після нескладних перетворень отримаємо вираз для тиску:

$$P = \frac{vaV - v^2 ab - RV^2 t}{bV^2}$$

Розв’язок даної задачі для зручності можна отримати за допомогою програми Mathcad Professional у вигляді графіка (рис. 2.11).

Рис. 2.11. Залежність тиску від різниці температур, що розраховані для випадку ідеального та реального газу за допомогою програми Mathcad Professional

У рівнянні Ван-дер-Ваальса, що пов'язує тиск, об'єм і температуру газу і є рівнянням стану

реального газу, враховуються як сили притягання, так і сили відштовхування між молекулами. Отримані результати свідчать про можливість використання рівняння стану ідеального газу при високих температурах і незначних тисках. Оскільки поправка пов'язана із власним об'ємом молекул, то існує можливість оцінити сталу Авогадро за методом Лошмідта. Розрахунки І.

Ван-дер-Ваальса дали значення моль-1.

Кількість молекул в одному молі речовини можна визначити за даними електролізу, при дослідженні броунівського руху, шляхом дифракції рентгенівських променів на кристалах [306].

Дж. Томсон і Л. Брілюен уточнили значення сталої Авогадро, використовуючи закон Релея, який дає змогу оцінювати інтенсивності прямого і розсіяного світла на флуктуаціях густини повітря, які виникають у досить малих об'ємах на значних висотах і поводять себе як центри розсіювання.

У 1908 році Дж. Дьюар обчислив сталу Авогадро, використовуючи дані радіоактивного розпаду. Він визначив, що 1 г радію виділяє в рік

164 мм³ гелію і отримав значення моль. Можна спростити це завдання, якщо не враховувати те, що продукти розпаду радію теж α – радіоактивні [150], [151].

Задача 4. У результаті поділу 1 г радію за рік утворилась деяка маса гелію, який за нормальних умов має об'єм 0,043 см³. Знайти із цих даних сталу Авогадро.

Розв'язання. За законом радіоактивного розпаду кількість атомів гелію складає

$$N_{He} = N_{Ra} \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t} \right) \quad (2.8)$$

Сталу Авогадро визначимо за формулою

$$N_A = N \frac{\mu_{He}}{m_{He}},$$

а, використавши рівняння стану ідеального газу,

(2.9)

Підставивши (2.8) у (2.9) та врахувавши m , де m – маса радію, M – маса атома радію, отримаємо

Розрахунки за даними із умови задачі дають значення N моль⁻¹.

Найбільш переконливим доведенням існування атомів стали експерименти Ж. Перрена з дослідження броунівського руху (1908 р.), які ґрунтувались на застосуванні барометричної формули

(2.10)

Задача 5. Ж. Перрен, спостерігаючи за допомогою мікроскопа зміни концентрації завислих у рідині частинок гуммігута зі зміною висоти і застосувавши барометричну формулу, експериментально визначив сталу Авогадро. В одному зі своїх дослідів Перрен виявив, що кількість завислих частинок діаметром 0,3 мкм і температурою 20°C в одному шарі перевищує вдвічі кількість в другому при відстані між шарами 100 мкм. Знайти із цих даних сталу Авогадро, якщо густина рідини на ρ кг/м³ менша густини частинок [272].

Розв'язання. Застосувавши формулу (2.10) для двох шарів та перейшовши до концентрацій за допомогою основного рівняння МКТ n , отримаємо

Результати експерименту Перрена дали змогу розрахувати сталу Авогадро та ще раз переконливо підтвердили реальне існування атомів і справедливість молекулярно-кінетичної теорії речовини.

Методи, які відносяться до різних галузей фізики, дають значення сталої Авогадро, які добре узгоджуються між собою. Тому разом зі сталими Авогадро та Лошмідта в науку ввійшли уявлення про атомно-молекулярну будову речовини, а сформованих уявлень про атоми як тверді кульки було достатньо для пояснення багатьох фактів із хімії, теорії теплоти і будови матерії.

Але вже в 1836 році М. Фарадей експериментально встановив, що маса речовини, яка виділяється на електроді внаслідок проходження електричного струму, пропорційна силі струму та часу його проходження. Закони електролізу свідчать про складну будову атомів і про існування в них внутрішньої структури електричної природи. На підставі дослідів по електролізу різних солей та інших сполук можна було з упевненістю стверджувати, що електричні заряди знаходяться в атомах усіх елементів. Однак треба було з'ясувати, що являє собою електрика, чи є вона безперервною субстанцією чи в природі існують неподільні «атоми електрики». Значення цього «атома електрики» вперше теоретично визначив ірландський фізик Дж. Стоней [264], [265].

Задача 6. Для виділення одного моля будь-якої одновалентної речовини при електролізі через електроліт повинен пройти заряд, рівний 96484,56 Кл/моль. Визначити порцію електрики, необхідну для виділення при електролізі одного атома речовини.

Розв'язання. Якщо при електролізі для виділення одного моля одновалентної речовини, в якому міститься $6,02 \cdot 10^{23}$ атомів, завжди потрібен заряд 96484,56 Кл, то поділивши сталу Фарадея на сталу Авогадро, отримаємо кількість електрики, необхідну для виділення одного атома речовини.

Кл.

Отже, в природі існує «атом кількості електрики», однаковий в атомах усіх елементів, який у 1891 році Дж. Стоней запропонував назвати «електроном».

Після відкриття електрона виникло безліч теорій про будову атома. Наприклад, японський фізик Х. Нагаока запропонував модель атома, згідно з якою його будова аналогічна до будови Сонячної системи: у центрі розташовується позитивно заряджена частинка (Сонце), навколо якої по встановлених кільцеподібних орбітах рухаються електрони (планети).

Історія відкриття електрона – гарний спосіб дати можливість студентам засвоїти логіку відкриттів сучасної фізики. Явища електролізу (М. Фарадей), явище радіоактивності (А. Беккерель) та провідності газів (Дж. Дж. Томсон, Ж. Перрен) досліджувались незалежно, але виявились тісно пов'язаними і дали можливість визначити відношення заряду електрона до його маси та ідентифікувати електрони.

Задача 7. У 1897 році Дж. Томсон виконав досліди щодо відхилення частинок катодних променів у електричному та магнітному полях. Напруженість електричного та індукція магнітного полів підбирались таким чином, щоб дія полів на потік електронів компенсувалась. При вимкненні електричного поля, під дією тільки магнітного поля, частинка рухалась по колу радіусом . Визначити питомий заряд електрона.

Розв'язання. На електрон з боку електричного та магнітного полів діють дві сили та , при $\sin 90^\circ = 1$.

У випадку зрівноваження сил, отримаємо , звідки

(2.11)

Якщо вимкнути електричне поле, то під дією магнітного поля частинка буде рухатися по колу за законом

Виразимо питомий заряд електрона

(2.12)

Підставивши у (2.12) значення швидкості (2.11), отримаємо вираз для питомого заряду електрона

Кл/кг.

Визначити окремо m та e допомогла серія експериментів (Д. Таунсенд (1897 р.), Дж. Дж. Томсон (1897 р.), Ч. Вільсон (1911 р)), які чудово завершив

американський вчений Р. Міллікен своїм відомим експериментом. З експерименту доцільно сформулювати задачу, яка дасть можливість студентам зрозуміти логіку проведеного дослідження [272], [275].

Задача 8. Р. Міллікен у сконструйованому власноруч пристрої, міг утримувати крапельку масла масою 10^{-12} г у рівновазі між пластинами конденсатора протягом 6 годин, використовуючи для цього іонізуючу властивість рентгенівського випромінювання. Визначте, скільки надлишкових електронів міститься у краплі, якщо відстань між пластинами конденсатора 1,47 см, а різниця потенціалів між ними 1 кВ.

Розв'язання. На краплю в електричному полі діють сила тяжіння та електрична сила з боку поля . З умови рівноваги краплі із врахуванням формули зв'язку напруженості з потенціалом отримаємо . Звідки

Враховуючи відкриття електрона, Дж. Дж. Томсон (1904 р.) запропонував модель атома, яку часто називають «пудингом з родзинками», згідно з цією моделлю атом становить собою позитивно заряджену рідину, у якій плавають електрони. Він є сферою з діаметром близько 10^{-10} м, усередині якої зі сталюю об'ємною густиною розподілений позитивний заряд. Сумарний позитивний заряд сфери дорівнює сумарному заряду електронів, які у вигляді окремих частинок містяться всередині сфери і взаємодіють з окремими її елементарними об'ємами за законом Кулона. У багатоелектронних атомах електрони формують стійкі конфігурації, які визначають хімічні властивості атомів. Електрони, які здійснюють гармонічні коливання навколо рівноважних положень, випромінюють світло. Пізніше ідея Томсона про стійкі конфігурації призвела до появи теорії атомних орбіталей.

Але модель Томсона виявилась неспроможною пояснити те, чому позитивні заряди не розлітаються під дією кулонівських сил, а також лінійчатий характер спектра атома Гідрогену. Розглянемо задачу, що є контрприкладом до моделі атома Томсона.

Задача 9. Розрахувати енергію, яку необхідно затратити для забезпечення цілісності позитивно зарядженого «тіста». Розрахунки проводяться, вважаючи об'ємну густину позитивного заряду «тіста» рівною та нехтуючи взаємодією з електронами.

Розв'язання. Енергія потрібна для утримання в цілісності ядра і чисельно дорівнює роботі, яка виконується кулонівськими силами по рознесенню на нескінченність об'ємного позитивного заряду.

Будемо вважати, що атом сферичний, із нього кожного разу видаляється тонкий шар товщиною (рис. 2.12).

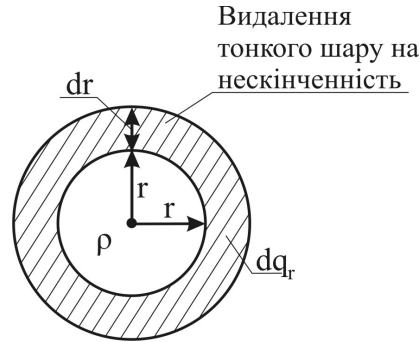


Рис. 2.12. Рознесення на нескінченність об'ємного позитивного заряду

Робота, яка виконується кулонівськими силами по перенесенню тонкого шару об'ємного позитивного заряду на нескінченність, дорівнює потенціальній енергії взаємодії заряду цього шару із зарядом, що залишається

$$, \quad (2.13)$$

причому

Потенціал, який створено кулею із зарядом , де – позитивний заряд на кулі з об'ємною густиною визначимо за формулою:

$$. \quad (2.14)$$

Врахуємо, що заряд тонкого сферичного шару товщиною dr дорівнює:

$$. \quad (2.15)$$

Тоді, підставивши (2.14) і (2.15) в (2.13), отримаємо

$$(2.16)$$

А повна робота, яку необхідно виконати, дорівнює інтегралу від правої частини рівняння (2.14) у межах від до

Визначимо об'ємну густину позитивного заряду:

$$(2.17)$$

Тоді, після підстановки (2.17) в (2.16),

Для атома водню

, , тому

Значення роботи, яке отримане в результаті розрахунків, не узгоджується із цілісністю атома, тому що до кожного атома потрібно прикладати роботу для забезпечення його існування. Отже, наведена вище задача є контрприкладом до моделі атома Томсона. Проте, гіпотеза Томсона дала стимул до дослідження внутрішньої структури атомів.

Відкриття радіоактивності (А. Беккерель) дало можливість в 1903 р. В. Круксу винайти сцинтиларископ – прилад, що дав змогу спостерігати спалахи на екрані, що покритий ZnS, від потрапляння поодиноких α -частинок. Ці два відкриття є тільки ланкою в безперервному ланцюзі взаємообумовлених відкриттів.

У 1911 році з дослідів Резерфорда, що базувались на винайдені сцинтиларископа та зіграли велику роль у розумінні будови атома, безпосередньо впливає планетарна модель. Відповідно до неї атом подібний Сонячній системі: він складається з масивного позитивно зарядженого ядра малих розмірів та електронів, що обертаються навколо нього і утворюють електронну оболонку [223], [366]. Заряд ядра за значенням дорівнює сумі зарядів електронів атома. У 1913 році було доведено, що заряд ядра збігається з порядковим номером елементів у періодичній системі Д. Менделєєва. Але знову виникають протиріччя між теорією та явищами, що спостерігаються експериментально. Така система існувати не може з огляду на закони електродинаміки, тому що електрон, який рухається прискорено, випромінює енергію і неминуче упаде на ядро. Розглянемо задачу, що є контрприкладом до планетарної моделі Резерфорда, вперше запропоновану Шоттом.

Задача 10. Використовуючи класичну теорію випромінювання Максвелла-Лоренца та планетарну модель атома Резерфорда, знайти час падіння слабо зв'язаного електрона на ядро атома Гідрогену.

Розв'язання. Прискорення електрона a пов'язане з радіусом його орбіти наступним чином (II-й закон Ньютона для системи електрон-протон):

$$\text{Звідси} \quad (2.18)$$

Враховуючи рівняння (2.18) та формулу для доцентрового прискорення, отримаємо

та знаходимо повну енергію

Потужність випромінювання електрон-протонної пари зменшується зі швидкістю за формулою (2.19)

Рівняння Максвелла показують, що повна енергія електрон-протонної пари зменшується зі швидкістю (2.20)

Підставимо (2.18) у (2.21), порівняємо із (2.20) та отримаємо: (2.21)

Інтегрування цього виразу дає

тут R – початкова відстань між протоном і електроном, a – радіус ядра.

Підставивши в отримане рівняння числові значення, отримаємо час падіння електрона $T=10$ с.

Отже, теорія Резерфорда, незважаючи на дослідне підтвердження (дослід Франка і Герца) містить протиріччя. Обійти їх зміг Н. Бор введенням постулатів, на які його наштотухнули формули Бальмера та Рітберга для спектральних серій атомів різних елементів [36], [147], [453]. Перший постулат чітко визначає енергію електронів у кожному стаціонарному стані, а другий пов'язує частоту випромінювання винятково зі зміною енергії атома, а не з частотою обертання електрона по орбіті.

Але пояснення постулатам Бора не було, крім того його теорія також містила протиріччя. Наприклад, електрон при русі в атомі не підкоряється законам електродинаміки: він не падає на ядро і навіть не випромінює, якщо атом не збуджений. Крім того, якщо випромінюючі атоми внести в магнітне чи електричне поле, то їх спектральні лінії розщеплюються. Цей дослідний факт пояснив А. Зомерфельд, увівши поняття орбітального та магнітного квантових чисел. Контрприкладом до теорій Бора і Зомерфельда є особливості розщеплення D-ліній натрію. Навіть при відсутності магнітного поля D-лінія натрію складається із двох близько розташованих ліній, а при увімкненні магнітного поля лінія D1 розщеплюється на 4 компоненти, а лінія D2 – на 6 (аномальний ефект Зеемана). Іншим контрприкладом стали досліди, які провели у 1915 році А. Ейнштейн і В. де Гааз, зробивши аналіз крутильних коливань циліндра з м'якого заліза, який підвішений на тонкій нитці всередині котушки зі змінним струмом.

Задача 11. Визначити теоретично відношення власного магнітного та механічного моментів електрона та порівняти його з експериментальним, отриманим у досліді Ейнштейна-де Гааза [36], [170], [177], [383].

Розв'язання. Через площадку, розміщену на шляху колового руху електрона, за одиницю часу переноситься заряд q , де ω – частота обертів електрона. Тому магнітний момент струму, який створено електроном дорівнює

де r – радіус орбіти. Оскільки швидкість руху електрона v , то орбітальний момент руху електрона

Електрон, який рухається по орбіті, володіє орбітальним механічним моментом імпульсу

Відношення магнітного моменту електрона до її механічного моменту (гіромагнітне відношення) дорівнює

де знак «-» вказує на те, що напрямки моментів протилежні. Експериментальне значення гіромагнітного відношення, яке отримане в досліді Ейнштейна-де Гааза, удвічі перевищує розраховане теоретично.

Невідповідність експериментального і теоретично обрхованого відношення власного магнітного та механічного моментів електрона та аномальний ефект Зеемана пояснив у 1924 році В. Паулі наявністю в електроні внутрішнього моменту обертання – спіна.

Для пояснення теорії Бора В. Гейзенберг розробив атомну матричну механіку. Згідно з нею рух – це не переміщення електрона-кульки навколо ядра, а зміна стану системи «атом» з часом. Цю зміну допоміг Гейзенбергу за допомогою матриць записати М. Борн. Матрична механіка перетворила ідеї Бора в точні математичні формули і рівняння.

Паралельно до ідей матричної механіки де Бройль висловив міркування, що всі тіла у природі повинні володіти хвильовими та корпускулярними властивостями одночасно. Ці ідеї стали початком хвильової механіки, яку створив Е. Шредінгер. Згідно з нею, електрони в атомі, існують не у вигляді частинок, а у вигляді деяких хвиль, і їх рух підкоряється хвильовому рівнянню. Рівняння Шредінгера справедливе лише для мікрочастинок, що рухаються зі швидкостями, малими порівняно зі швидкістю світла, і має розв'язок для дискретного ряду значень повної енергії. Якщо рівняння Шредінгера застосувати до задачі атома Гідрогену, підставивши в нього замість U кулонівську енергію взаємодії електрона і ядра, то воно матиме скінченні і однозначні розв'язки тільки при таких

значеннях повної енергії, які отримують для стаціонарних станів за теорією Бора. Отже, рівняння Шредінгера за своїми математичними властивостями вже містить у собі умови квантування, які в теорії Бора доводилось постулювати.

Матрична і хвильова механіка пояснюють будову атома і є різними формами запису єдиної квантової механіки, що є основою всіх сучасних наукових знань.

Розглянутий нами історичний розвиток знань про будову речовини допоможе студентам зрозуміти логіку та необхідність заміни одних теорій іншими, тому що особлива увага акцентована на протиріччях, які спонукали до формування нових гіпотез.

Запропонована технологія дає можливість сформуванню у студентів наукові уявлення про будову й еволюцію мікросвіту, знання з історії становлення сучасної атомної теорії, фундаментальних дослідів та основоположних гіпотез і принципів атомної фізики. Розроблений підхід організовує вивчення студентами будови речовини таким чином, що воно стимулює пізнавальну діяльність та сприяє включенню у процес навчання протягом усього життя, розвиває творче мислення [34], [35], [36].

Отже, використання контр прикладів у процесі навчання фізики майбутніх фахівців телекомунікацій забезпечує проблемний підхід, який сприяє формуванню у студентів теоретичного стилю мислення, прийомів дослідницької діяльності та професійних умінь.

2.3. Використання інноваційних технологій при реалізації міжпредметних зв'язків

2.3.1. Міжпредметні зв'язки під час навчання фізики і метрології у підготовці інженерів телекомунікацій

Науково-технічний процес, розвиток різноманітних сфер людської діяльності ставлять перед вищою школою принципово нові завдання щодо формування та розвитку професійних якостей майбутніх фахівців [338]. Тільки взаємозалежний комплекс академічних і професійних знань може визначати рівень професіоналізму сучасного фахівця та його готовність до ефективної діяльності. Необхідним результатом будь-якої освітньої технології є забезпечення успіхів у навчанні, і одночасно розвиток мислення, інтелекту та активізації пізнавальної діяльності [9], [36] [59], [337].

Для більш ефективної організації процесу навчання в цілому, постає питання подальшого розвитку освіти, зокрема, в напрямі поглиблення використання міжпредметних зв'язків. Психологічне забезпечення їх застосування у процесі навчання базується на підтримці стійкої мотивації, забезпеченні уваги, активності пізнавальної діяльності, спонукання до одержання кращих результатів, забезпечення наступності та зворотного зв'язку, у контролі та корекції знань, оцінці результатів.

Реалізація міжпредметних зв'язків вимагає уточнення самого поняття «міжпредметні зв'язки» – це зв'язки між структурними елементами змісту навчальних предметів, вираженими у поняттях, законах, теоріях, наукових фактах. Враховуючи, що закони і теорії формуються через поняття або виражають зв'язок між ними, можна вважати, що це зв'язки між поняттями в різних предметах.

На прикладі декількох розділів фізики і метрології схематично покажемо міжпредметні зв'язки між цими дисциплінами (рис. 2.13) [32], [50], [202], [288], [398].

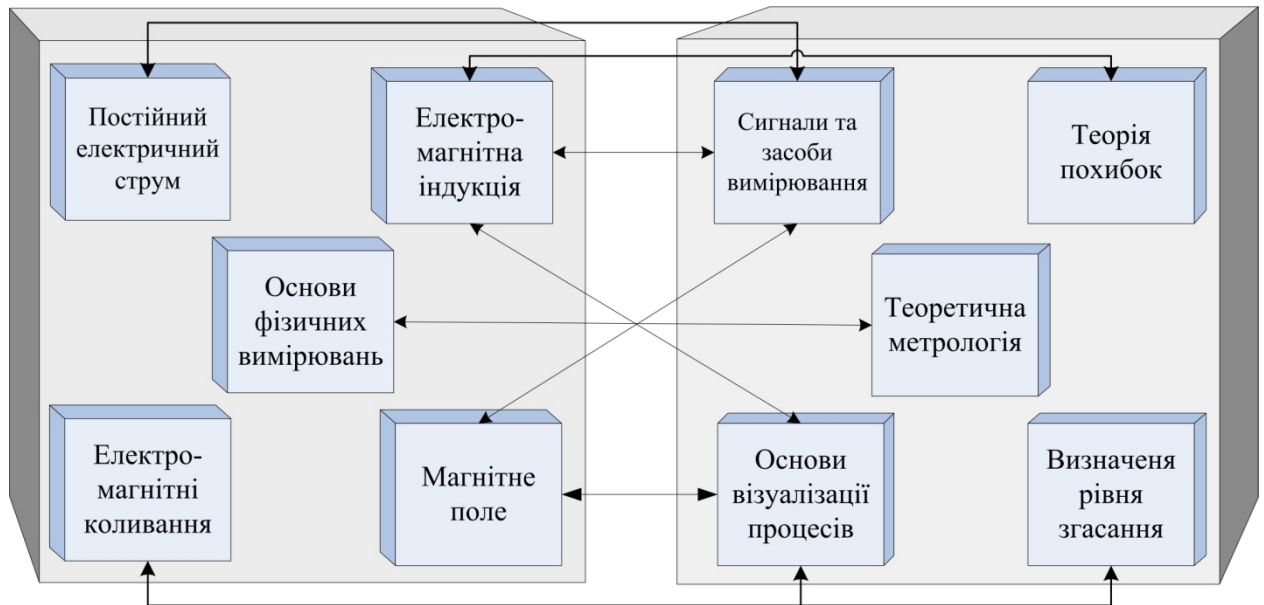


Рис. 2.13. Міжпредметні зв'язки фізики і метрології

Професійна підготовка студентів здійснюється в умовах спеціально організованого навчального середовища на основі цілісного підходу у процесі вивчення базових і професійно орієнтованих дисциплін [52], [60], [139]. Для майбутнього фахівця телекомунікаційної галузі необхідним компонентом є ґрунтовне вивчення фізики і метрології, бо вони є вихідними дисциплінами професійної підготовки спеціалістів цього напрямку.

Курс фізики є базовим для метрології, яка, в свою чергу, передувє вивченню всіх професійно орієнтованих дисциплін. Тому використання міжпредметних зв'язків цих дисциплін є фундаментом забезпечення успіху в навчанні, тому що організують цілісну структуру компонентів змісту навчального процесу та методів їх реалізації.

У результаті аналізу численних наукових, науково-методичних джерел з'ясовано, що двосторонній характер міжпредметних зв'язків необхідно вивчати, звертаючись і до змісту, і до методів навчання [36], [94], [195]. При цьому найважливіше розглядати методи вивчення основних розділів програми з метрології, спираючись на базисні поняття з фізики та предмети, через які формуються теорії, наукові факти, встановлюються зв'язки між ними. Тенденція інтеграції має проникати не тільки у структуру предметних знань і побудову програм, а й охоплювати різноманітні методи, форми організації навчальної роботи. У процесі дослідження було вивчено та проаналізовано наукову, методичну, психолого-педагогічну літературу з даної проблеми, проведено аналіз навчальних програм, підручників, навчальних посібників, педагогічних програмних засобів, цілеспрямоване педагогічне спостереження, тестування, узагальнення методик і одержаних результатів [12], [44], [88], [307], [308], [346], [348], [415], [416], [437], [307], [442], [443].

Активізація процесу навчання, формування готовності фахівця до виконання професійних функцій на основі набутих знань, умінь і навичок забезпечує практична спрямованість навчальної діяльності. Розв'язування задач є однією зі складових практичного боку підготовки. Роль задач у навчанні особлива. Процес їх розв'язування постійно досліджується в педагогіці та психології. Навчання на задачах – відомий метод, який можна успішно застосовувати у процесі навчання фізики та метрології.

Задача 1. Визначити похибку при вимірюванні опорів R_{H1}
 $R_{H2} = 620 \text{ кОм}$ за схемами рис. 2.14, якщо внутрішній опір амперметра і вольтметра відповідно дорівнюють $R_A R_V = 2,1 \text{ МОм}$.

На рисунках: I – струм, який вимірюється амперметром; I_H – струм, який протікає через опір навантаження R_H ; I_V – струм, який протікає через вольтметр.

Визначити в загальному вигляді методичну похибку вимірювання потужності постійного струму непрямим методом за показами амперметра і вольтметра за цими схемами їх включення.

Рис. 2.14. Два варіанти включення амперметра й вольтметра при непрямому методі вимірювання потужності постійного струму
Розв'язання. Розрахований за показами амперметра і вольтметра, опір

буде дорівнювати повному опору ділянки $a1a2$ (лівий рисунок) і опору ділянки $b1b2$ (

правий рисунок). У першому випадку

, а у другому випадку

Розраховані за даними формулами значення опору при застосуванні першої схеми (рис. 2.14) дорівнюють 20,99 Ом для опору $R_{n1} = 21$ Ом та 478776,5 Ом для опору R_{n2} , який дорівнює 620 кОм. При застосуванні другої схеми (рис. 2.13) – 21,6 Ом та 620000,62 Ом. Отже, першу схему доцільно використовувати при вимірюванні відносно малих опорів, а другу – для великих.

Визначимо похибку вимірювання потужності непрямым методом та знайдемо границю між високоомними та низькоомними опорами навантаження відносно внутрішніх опорів вимірювальних приладів.

При використанні лівої схеми, вимірне значення потужності постійного струму:

де P_N – дійсне значення вимірної потужності.

Абсолютна методична похибка вимірювання потужності за схемою на рис. 2.14 складає:

, а відносна методична похибка в цьому випадку розраховується за формулою:

Аналогічно, для правої схеми, значення потужності, що вимірюється:

де U – напруга, яка вимірюється вольтметром; U_A – падіння напруги на амперметрі. При цьому абсолютна методична похибка вимірювання потужності:

Відносна похибка в даному випадку обчислюється за формулою:

Аналіз формул, які описують відносні похибки, показує, що першу схему доцільно використовувати для вимірювання потужності низькоомних навантажень, тому що при $R_N \rightarrow 0$ похибка також прямує до нуля. З аналогічних причин другу схему краще використовувати для вимірювання потужності на високоомних навантаженнях. Границя між високоомними і низькоомними навантаженнями визначається в розглянутому випадку параметрами засобів вимірювань, які використовуються [398].

Для визначення цієї границі прирівняємо похибки вимірювання потужності за обома схемами

та отримаємо:

У нашому випадку

Ом.

Виявлено, що особливо актуальними є дослідження у галузі діяльнісно-операційних зв'язків пізнавального і практичного характеру. Для їх здійснення необхідно забезпечити єдність усіх функцій міжпредметних зв'язків на основі взаємозв'язку знань та засобів діяльності.

З метою підвищення ефективності підготовки майбутніх фахівців необхідно застосовувати різноманітні форми навчання, чільне місце серед яких займають лабораторні заняття. Проведення лабораторних занять забезпечує зацікавленість, професійну направленість, самостійність у роботі, розвиток творчих здібностей і формує бажання пізнавати, дає можливість не тільки ліквідувати

пропуски, але і значно досягнути успіху в тому, що викликало раніше ускладнення в темах, дисциплінах. Професійна направленість досягається постановкою завдань, які відповідають практичній діяльності випускника, та широкого використання міжпредметних зв'язків. Самостійність у роботі забезпечується використанням кількох варіантів завдань різних рівнів складності, що дає можливість студенту та курсанту, проводячи лабораторну роботу, використовувати раніше набуту систему знань та доводити її до самостійного наукового дослідження.

Задача 2. Виміряти опір за допомогою моста постійного струму методом протиставлення.

У курсі фізики проводиться лабораторна робота «Дослідження з'єднання опорів», у якій вимірювання проводяться методом містка Уітстона або моста постійного струму, що забезпечує високу точність визначення опорів і характеризується широкою межею вимірювання (від МОм до 0, 001 Ом) [288]. Він базується на порівнянні шуканого опору з трьома відомими, значення яких або відношення двох з них і значення третього наперед задані з потрібною точністю. Принципова схема моста зображена на рис. 2.15.

У чотириполюсний контур увімкнуті три відомі опори R_1, R_2, R_3 і четвертий, вимірюваний R_x . У діагональ моста ВД вмикається чутливий гальванометр Γ , а в діагональ АС – джерело струму ε . Міст є складним електричним колом і може бути розрахований за правилами Кірхгофа.

Рис. 2.15. Схема моста постійного струму

При вимірюванні опору R_x опори R_1, R_2, R_3 підбирають так, щоб струм у гальванометрі дорівнював нулю. Це означає, що добором опорів R_1, R_2, R_3 досягають такого перерозподілу струмів у плечах моста, щоб потенціали точок В і Д вирівнялись. Тоді через провідники R_1 , і R_x проходить струм I_1 , а через R_2, R_3 – струм I_2 .

На основі другого правила Кірхгофа можна записати:

$$\text{- для контуру АВДА} \quad I_1 R_1 - I_2 R_2 = 0;$$

$$\text{- для контуру ВСДВ} \quad I_1 R_x - I_2 R_3 = 0.$$

Звідси отримуємо $R_1/R_x = R_2/R_3$ або шуканий $R_x = (R_1/R_2)R_3$.

Метод протиставлення, що являє собою різновид методу порівняння, при якому вимірювання виконуються двічі і проводяться так, щоб в обох випадках причина постійної погрішності здійснювала різні, але відомі за своєю закономірністю впливи на результати спостережень [10], [25], [57], [67].

Використовуючи цей метод у курсі метрології, спочатку вимірюваний опір урівноважують відомим опором, який увімкнутий у плече порівняння моста. При цьому, де – опори плеч моста. Потім резистори міняють місцями і знову врівноважують міст, регулюючи опір резистора. У цьому випадку

З двох останніх рівнянь виключається відношення. Тоді

Розглянемо задачу 3, за допомогою якої можна прослідкувати міжпредметні зв'язки під час вивчення осцилографів.

Задача 3. В електронно-променевої трубі (ЕПТ) електрон влітає до відхиляючої системи, що має вигляд плоского конденсатора, між пластинами якого підтримується постійна різниця потенціалів $U = 40$ В. Кінетична енергія електрона $T = 10$ кеВ. Відстань між пластинами конденсатора $d = 1$ см, а їх довжина $l = 10$ см. На відстані $L = 20$ см від конденсатора знаходиться екран. Початкова швидкість електрона спрямована паралельно пластинам (рис. 2.16). Знайти зміщення x електрона на екрані. Як зміниться відповідь, якщо замість електрона взяти протон тієї ж енергії? Силою тяжіння знехтувати.

Рис. 2.16. Рух електрона в ЕПТ під дією електричного поля

Розв'язання. Знайдемо вертикальне зміщення h електрона в середині конденсатора і вертикальну швидкість v_y при вильоті з нього.

Враховуючи, що $v_x = v_0$, отримаємо $v_y = \frac{eE}{m}t$. По вильоті з конденсатора електрон летить прямолінійно за інерцією. Кут θ між пластинами

та напрямком польоту електрона визначається співвідношенням $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$.

Додаткове зміщення h'

Звідси $h' = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t^2$ см.

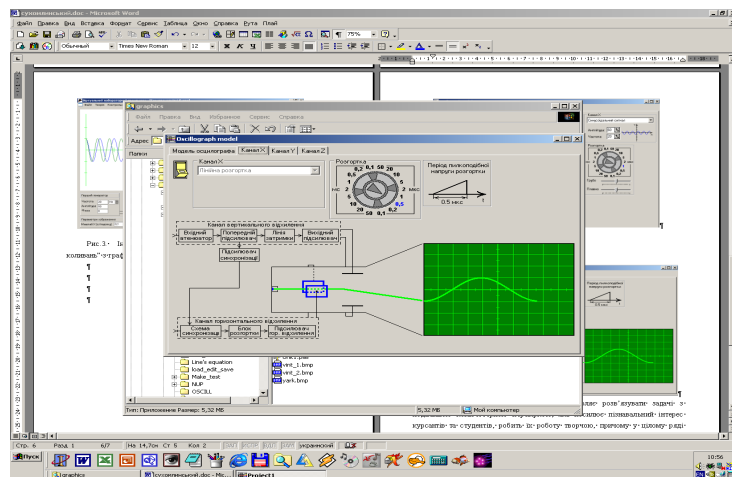
Виходячи з того, що в цей вираз маса частинки не входить, а заряд протона рівний (за модулем) заряду електрона, то зміщення протона буде рівне зміщенню електрона, але спрямоване в протилежний бік.

Пріоритетом розвитку освіти є впровадження сучасних інформаційних технологій, що забезпечують подальше вдосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві. Комп'ютерні програми у вигляді віртуальних лабораторних робіт можна використовувати як доповнення до традиційних лабораторних, а також як наочний фрагмент лекції чи практичного заняття. Вони створюються з метою активізації самостійної роботи студентів та сприяють глибшому засвоєнню матеріалу. Прикладом такого підходу може служити віртуальна модель осцилографа, інтерфейс якої зображений на рис. 2.17. Програма складається з наступних основних частин: робочого вікна «Модель осцилографа» та трьох навчальних вікон «Канал X», «Канал Y» та «Канал Z» відповідно. Призначення останніх трьох вікон – показати наочно та надати вичерпну інформацію про сутність роботи осцилографа. Показані структурні схеми кожного з каналів відхилення променя, також є змога простеження ходу променя осцилографа при зміні параметрів кожного з відхилень.

Розроблений програмний продукт, який входить до складу навчально-методичного комплексу «еФізика», дає можливість здійснити комп'ютерну перевірку розв'язків розглянутих задач [57]. Така перевірка посилює пізнавальний інтерес студентів, робить їх роботу творчою, наближає її по характеру до наукового дослідження.

У цілому підготовка фахівця зв'язку до майбутньої діяльності не вичерпується формуванням у нього визначеного кола знань, умінь і навичок. Є потреба сформувати і систему певних якостей особистості, професійної компетентності, а крім того, розвиток якостей, що забезпечать адаптацію людини до специфіки професійної спрямованості діяльності [468], [469], [472], [481].

Рис.2.17. Інтерфейс програми «Вивчення електронного осцилографа»



Використання міжпредметних зв'язків може забезпечити легку трансформацію понять, теорій і моделей фізики в метрологію і, навпаки, та дає можливість перевести студента на якісно новий рівень навчання, допоможе проводити аналіз ситуацій, максимально наближених до майбутньої професійної діяльності та підготує до процесу прийняття рішень [36], [60], [70], [470], [473].

З педагогічної точки зору навчальний процес повинен створити таке цілеспрямоване, організоване поєднання умов, при яких виникає можливість досягти значних результатів у діяльності як окремо взятої особистості, так і колективу в цілому. Використання міжпредметних зв'язків є тією зв'язуючою ланкою, що допоможе розв'язанню однієї з головних освітніх проблем – організації успіху у вивченні дисциплін природничо-наукового циклу, дисциплін професійної підготовки та у майбутній професійній діяльності.

2.3.2. Вивчення теми «Електромагнітні коливання» на основі міжпредметних зв'язків фізики та математики

Математика і фізика, як навчальні дисципліни, включають у себе важливі теоретичні системи знань, які формуються і засвоюються у процесі активної навчально-пізнавальної діяльності. Об'єднання окремих понять фізики та математики у загальні теоретичні системи є необхідною умовою комплексного розв'язання освітніх завдань. Таке об'єднання володіє високим пізнавальним і розвиваючим потенціалом унаслідок притаманних цим системам продуктивних функцій і здатності мінімальними засобами проектувати максимум нових знань, концентрувати та інтегрувати їх. Загальні системи понять прискорюють процес навчання і формування в ньому пошуково-творчої діяльності, науково-діалектичного та фізико-математичного стилю мислення, світогляду та професійних компетентностей студентів.

Пріоритетом розвитку освіти є впровадження сучасних інформаційних технологій, що забезпечують подальше вдосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві [273], [283], [327]. Інноваційний характер сучасного суспільства потребує інноваційного типу людини, яку може виховати лише інноваційна за своєю сутністю освіта.

При професійній підготовці інженерів-телекомунікаційників важливе місце посідає цикл загальноосвітніх дисциплін, тому доцільно буде розглянути застосування інформаційних технологій у контексті міжпредметних зв'язків саме для курсів фізики та математики на прикладі вивчення теми «Електромагнітні коливання» [332], [334], [362].

Незалежно від своєї фізичної природи (механічні, електромагнітні) різні коливальні процеси описуються однаковиими характеристиками і однаковиими рівняннями. Звідси випливає доцільність єдиного підходу до вивчення коливань різної фізичної природи. Математично затухаючі коливання описуються диференціальними рівняннями вигляду

, де γ , ω_0 – сталі. Такі рівняння називаються однорідними лінійними диференціальними рівняннями другого порядку зі сталими коефіцієнтами (ОЛДР). Згідно з другим законом Ньютона та узагальненим законом Ома у курсі фізики виводиться

диференційне рівняння гармонічних коливань, яке у вигляді електромагнітних коливань буде мати вигляд [36], [381]:

Отримане ОЛДР розв'язують наступним чином: складають характеристичне рівняння , де , , , роблячи заміну (, ,), та розв'язують квадратичне рівняння.

В залежності від коренів характеристичного рівняння , можливі три випадки загального розв'язку ОЛДР:

1. У випадку, коли , – дійсні та різні, то загальний розв'язок має вигляд .
2. Якщо – дійсні рівні, то загальний розв'язок – .
3. У випадку, коли – комплексно-спряжені, то загальний розв'язок має вигляд .

Для з'ясування отриманого нами випадку, складаємо характеристичне рівняння

та знаходимо дискримінант , тоді розв'язок

матиме вигляд .

У випадку малого затухання виконується умова , тобто маємо третій випадок. Отже, загальний розв'язок диференціального рівняння затухаючих електромагнітних коливань матиме

вигляд . Покладемо , та після

тригонометричних перетворень отримаємо .

Розглянути затухаючі електромагнітні коливання та визначити їх характеристики, використовуючи параметри коливального контура, можна за допомогою математичного пакета «Mathsoft Mathcad» (рис. 2.18).

$$\begin{array}{lll}
 L := 10^{-2} & C := 10^{-6} & K := 0.1 \\
 R1 := 14 & Rm := 12 & \\
 R := R1 + Rm & R = 26 & \\
 U_c := K \cdot 220 & U_c = 22 & \\
 q_c := U_c \cdot C & q_c = 2.2 \times 10^{-5} & \\
 \delta := \frac{R}{2L} & \omega := \sqrt{\frac{1}{L \cdot C}} & \\
 \omega^2 = 1 \times 10^8 & \delta^2 = 1.69 \times 10^6 &
 \end{array}$$

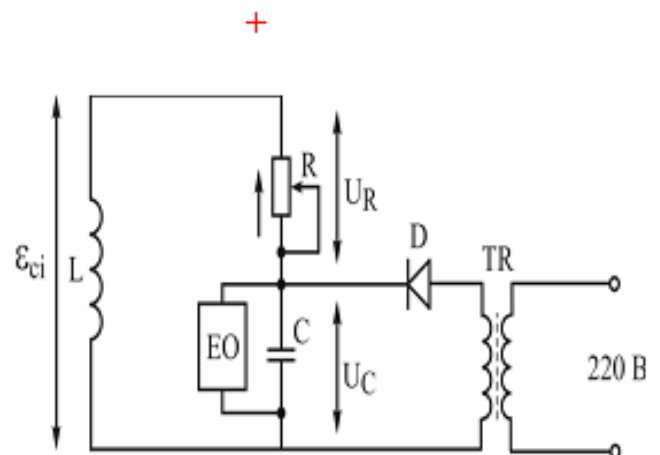


Рис. 2.18. Розрахунок параметрів коливань у послідовному RLC-контурі за допомогою програми «Mathsoft Mathcad»

Розрахунок необхідних параметрів коливань та графічне представлення отриманих даних засобами «Mathsoft Mathcad», на відміну від інших програм, дає змогу не просто візуалізувати процеси, що відбуваються у реальних коливальних контурах, а й самостійно побудувати математичну модель даного фізичного явища, тобто дає можливість краще уявити характер законів і процесів за рахунок їх самостійного аналітичного опису та отримати більш широкий спектр результатів та функціональних залежностей у графічному вигляді (рис. 2.19).

Із врахуванням падіння потенціалу на конденсаторі, зовнішньої синусоїдальної ЕРС і ЕРС самоіндукції у послідовному коливальному контурі виводиться диференціальне рівняння вимушених

гармонічних коливань, яке буде мати вигляд \dots , де \dots [185], [253], [254].

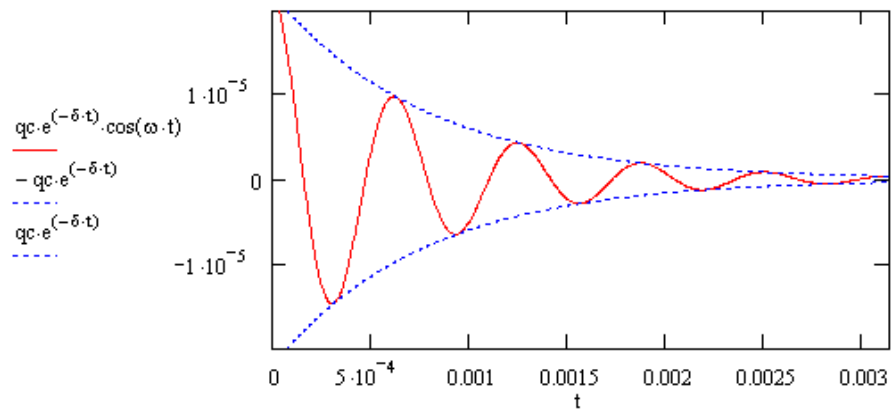


Рис. 2.19. Графічне представлення отриманих даних засобами «Mathsoft Mathcad»

Диференціальні рівняння вигляду \dots , де \dots , \dots – сталі називаються неоднорідними лінійними диференціальними рівняннями другого порядку зі сталими коефіцієнтами (НЛДР). Загальний розв’язок НЛДР знаходять за формулою: \dots , де \dots – загальний розв’язок відповідного ОЛДР, а \dots – частинний розв’язок НЛДР.

Теорема. Якщо права частина НЛДР зі сталими коефіцієнтами має вигляд \dots

\dots , або \dots , то частинний розв’язок у кожному з випадків має вигляд: \dots , де \dots , \dots – невизначені числові коефіцієнти, \dots – кількість коренів характеристичного рівняння, що співпадають з контрольним числом \dots .

У випадку вимушених електромагнітних коливань розв’язок будемо шукати у вигляді \dots

\dots , де \dots , а \dots .

Загальний вигляд частинного розв’язку \dots зводиться до вигляду \dots

за допомогою підстановки \dots , тобто \dots

\dots

Підставимо в початкове диференціальне рівняння одержані вирази \dots

. Зробимо

заміну ,

Оскільки i одночасно не можуть дорівнювати нулю, тому розглянемо систему



Після ділення другого рівняння на перше отримаємо

Для знаходження коефіцієнта використаємо основну тригонометричну тотожність

. Отже,

, а після перетворень

– загальний розв'язок диференціального рівняння, яке описує вимушені коливання (рис. 2.20).

Позначимо ,

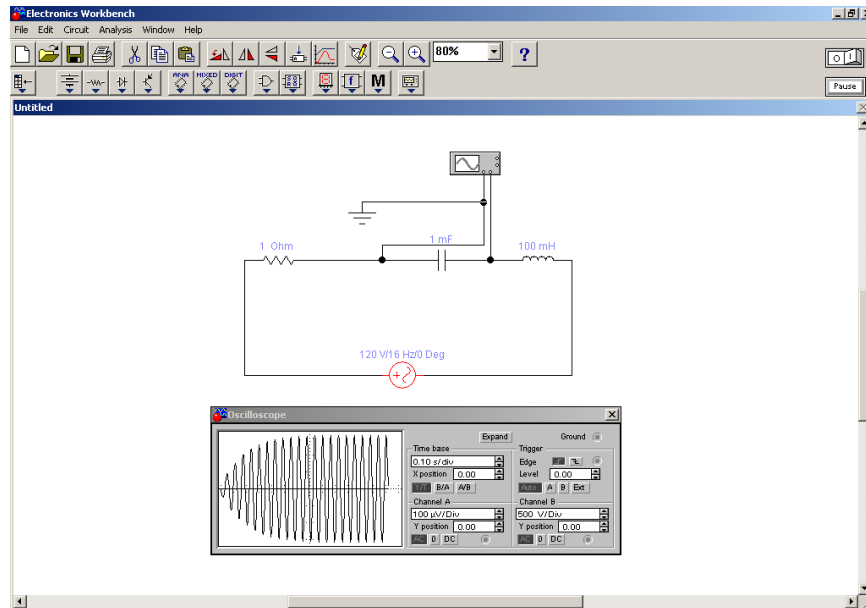


Рис. 2.20. Представлення вимушених коливань у програмі «Electronics Workbench»

Маємо,

Тобто розв'язок диференціального рівняння, врахувавши , можна представити у вигляді:

де α – зсув фаз між q і зовнішньою \mathcal{E} (ЕРС). Підставляючи в ці вирази значення і β одержимо:

Поділивши q на ємність C , одержимо значення напруги на конденсаторі ,

а продиференціювавши функцію $q(t)$ по t , знайдемо струм у контурі , де

Амплітудне значення струму визначається виразом:

Ця формула має схожість з законом Ома в тому контексті, що амплітуда напруги пропорційна амплітуді струму. Тому формулу

.3

називають законом Ома для змінного струму. Аналіз цієї формули дає змогу розглянути резонанс напруг, який полягає в різкому зростанні амплітуди сили струму при співпадінні циклічної частоти зовнішньої ЕРС з власною циклічною частотою послідовного коливального контура (рис. 2.21).

За допомогою використання математичних викладок разом з комп'ютерними моделюючими програмами можна поглибити розуміння студентами питання додавання однаково направлених та взаємно перпендикулярних коливань.

Доповненням до математичного виведення рівняння результуючого коливання при додаванні однаково направлених коливань різної частоти за допомогою векторної діаграми є комп'ютерна програма, що моделює цей процес та виводить параметри биття [36], [57].

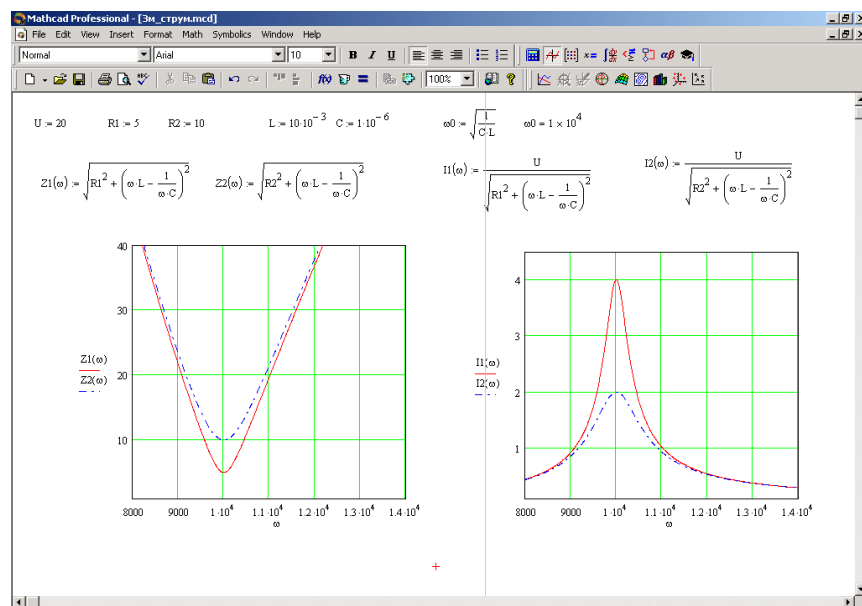


Рис. 2.21. Представлення резонансу напруг в послідовному коливальному контурі за допомогою програми «Mathsoft Mathcad»

Інтерфейс програми (рис. 2.22) дає змогу виставляти частоту та амплітуду коливань і обирати, які саме коливання виводити на екран: першого генератора, другого, чи результуюче биття. Змінюючи початкову фазу можна простежити, як змінюється характер биття від того у якій фазі знаходяться два коливання в даній точці, що є важливим для розуміння явища.

Модель віртуального осцилографа дає можливість більш докладно розглянути траєкторію точки, що бере участь одночасно у двох взаємно

перпендикулярних коливаннях, залежно від співвідношення частот складових коливань (рис.2.23).

Представлені програми дають можливість не тільки проводити віртуальний експеримент, а й розв'язувати кількісні та якісні задачі з даної теми.

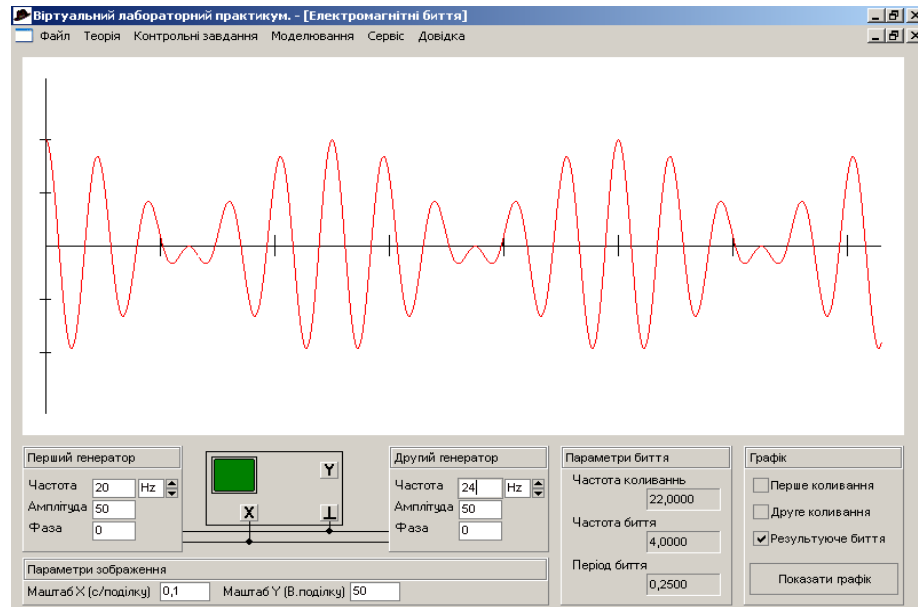


Рис. 2.22. Інтерфейс програми «Додавання однаково направлених КОЛИВАНЬ»

Крім того, дані моделі дають можливість більш широко змінювати частоту коливань, змінювати масштаб зображення по осях та виставляти початкову фазу коливань, що є недосяжним під час роботи з реальними приладами.

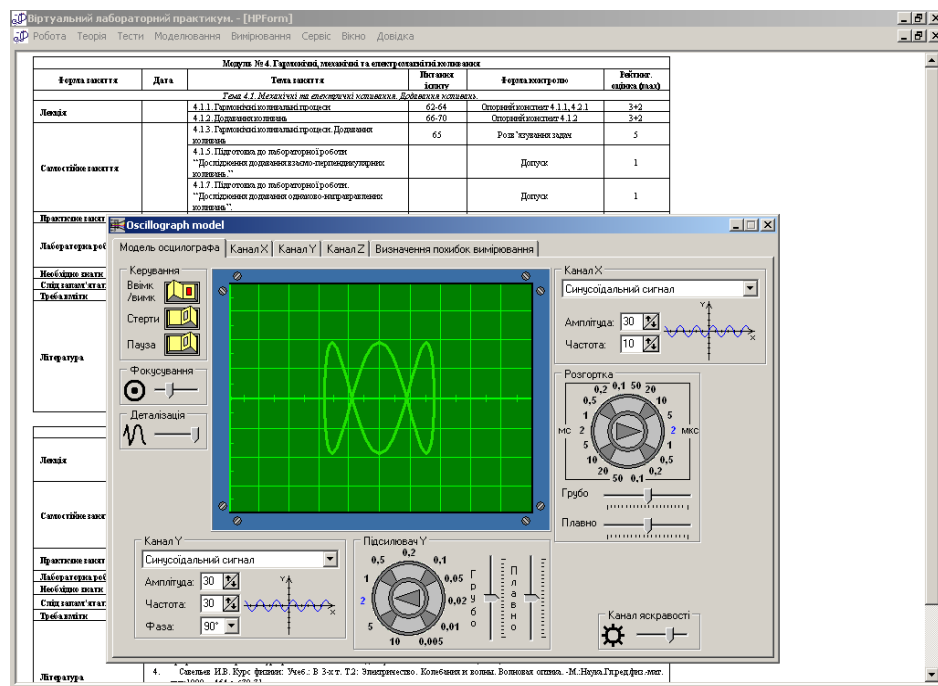


Рис. 2.23. Інтерфейс програми «Додавання взаємно перпендикулярних КОЛИВАНЬ»

Отже, комплексне взаємодоповнююче використання міжпредметних зв'язків фізики та математики за рахунок об'єднання окремих понять фізики та математики у загальні теоретичні системи та активного застосування пакетів «Mathsoft Mathcad» та «Electronics Workbench» дозволяє вдосконалити вивчення теми «Електромагнітні коливання» а також забезпечує значні можливості для інтенсифікації навчального процесу з фізики [53], [54].

2.3.3. Використання комп'ютерних технологій під час вивчення дисципліни «Фізика оптичного зв'язку»

Впровадження волоконно-оптичних систем передачі (ВОСП) в єдину мережу зв'язку є відповіддю на зростання обсягів пересилання інформації і дає значний техніко-економічний ефект. ВОСП обходить такі фундаментальні обмеження, як явище затухання сигналу для електрозв'язку та несучу частоту для НВЧ-зв'язку. Маючи високу завадозахищеність, величезну пропускну здатність і велику довжину ділянок регенерації, ці системи в даний час успішно конкурують із іншими системами зв'язку [429].

Волокно в кожен дім (Fiber to the home, FTTH) – термін, який використовується для позначення широкосмугових телекомунікаційних систем, що базуються на підведенні волоконно-оптичного каналу до кінцевого споживача. Цей підхід, шляхом установки термінального оптичного обладнання, забезпечує надання комплексу телекомунікаційних послуг: високошвидкісного доступу в Інтернет; телефонного зв'язку; телевізійного прийому. У зв'язку з цим гостро постає проблема підготовки фахівців у сфері волоконно-оптичного зв'язку. Курс «Фізика оптичного зв'язку» хоч і є відносно новим, але, з огляду на сказане вище, – важливим в підготовці інженерів електрозв'язку. У цій дисципліні знаходять відображення останні досягнення в розвитку техніки зв'язку як у нас в країні, так і за кордоном. Дисципліна «Фізика оптичного зв'язку» забезпечує студентів знаннями необхідними для набуття та практичного використання компетентностей по експлуатації, проектуванню і побудові цифрових ВОСП.

Реорганізація й ускладнення змісту інженерної освіти, які пов'язані зі зміною освітньої парадигми, та скорочення реального навчального часу, що відведено для його засвоєння, вимагають **використання у навчанні інноваційних технологій** [36], [315], [316]. Особливе місце повинні зайняти саме інформаційні комп'ютерні технології, які забезпечують підготовку майбутнього інженера до використання інновацій в подальшій професійній діяльності. Уніфікація адміністрування навчального процесу може бути досягнута шляхом впровадження модульного плану вивчення дисципліни, бази тестових завдань та завдань для самостійної роботи. Розробка детального плану вивчення кожного модуля дає змогу організувати оперативний контроль і самоконтроль результатів навчально-пізнавальної і творчої діяльності з подальшою корекцією процесу навчання (табл. 2.12).

Аналіз сучасних і закордонних досліджень і публікацій проблем підготовки інженерів телекомунікаційної галузі в умовах реформування системи вищої освіти, переходу до неперервної освіти показав, що в сучасних умовах інформатизації на перше місце виходять не тільки загальнотеоретичні і фундаментальні, але і міжпредметні знання та уміння, ключові компетентності по застосуванню сучасних інформаційних технологій.

Реалізувати їх застосування при вивченні дисципліни «Волоконно-оптичні системи передачі» доцільно шляхом:

- проведення обчислень за допомогою математичних пакетів («Mathsoft Mathcad») (рис. 2.24).

- колективної роботи з навчальною документацією у Google docs (<http://www.google.com.ua/>);

Таблиця 2.12

План вивчення модуля

Форма заняття	Дата	Тема заняття	Питання іспиту	Форма контролю	Рейтинг оцінка (max)
Тема 2. Пасивні елементи волоконно-оптичних трактів					
Лекція		2.1. Введення оптичного випромінювання в ОВ.	22–23	Опорний конспект	3+2
		2.2. З'єднання оптичних волокон.	24–26	Дедуктивний конспект	3+2
		2.3. Реалізація і дослідження з'єднань ОВ.	27–28	Узагальнюючий конспект	3+2
Лабораторна робота		2.4. Дослідження пристроїв введення випромінювання в ОВ.		Допуск, виконання, захист л.р.	1+1+3
		2.5. З'єднання оптичних волокон.		Допуск, виконання, захист л.р.	1+1+3
		2.6. Реалізація і дослідження з'єднань ОВ.		Допуск, виконання, захист л.р.	1+1+3
Література	1. Гроднев И.И., Верник С.М. Линии связи. – М.: Радио и связь, 1988. 2. Иоргачов Д.В. Бондаренко О.В. Волоконно-оптические кабели и линии связи. – М, ЭКО-ТРЕНДЗ, 2002. 3. Ковальчук В.К. Волоконно-оптичні системи передачі. Частина 2, Харків, 2000. 4. Корнейчук В.И., Макаров Т.В., Панфилов И.П. Оптические системы передачи. – К; Техника, 1994. 5. Корнейчук В.И. Измерение параметров компонентов и устройств ВОСП. Учебное пособие. – Одесса; УГАС им. Попова, 2000				

- планування заходів за допомогою сервісу Google Calendar (<http://www.google.com.ua/>);

- створення єдиного інформаційного поля для спілкування, об'єднання в тематичні групи (Twitter, Facebook);

- збільшення швидкості знаходження освітнього контенту та можливість його оперативної актуалізації за допомогою **навчально-методичних комп'ютерних комплексів («Фізика»)** [57], [234].

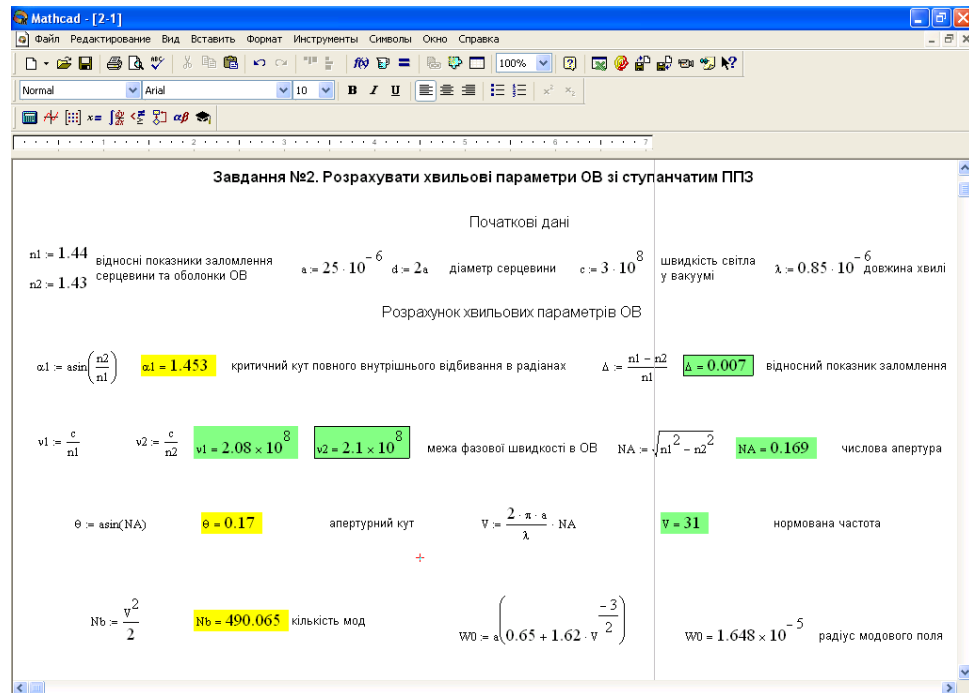


Рис. 2.24. Розрахунок хвильових параметрів оптичного волокна зі ступінчастим профілем відносного показника заломлення за допомогою програми «Mathsoft Mathcad»

При вивченні дисципліни також необхідно звернути увагу на питання захисту інформації у системах зв'язку. Проблема захисту інформації є досить актуальною на даний час, про що свідчить велика кількість публікацій у засобах масової інформації відносно порушення інформаційної безпеки та величезні збитки, які є наслідком цих порушень. Як було зазначено в роботі [45], головною причиною порушення інформаційної безпеки є недостатність знань фахівців усіх сфер професійної діяльності в області захисту інформації. Існують наступні шляхи подання основ захисту інформації у розрізі фундаментальної загальної фізичної освіти: демонстрації, професійноорієнтовані задачі, лабораторні роботи, гурткова та самостійна роботи.

Захист інформації – комплексна діяльність, спрямована на забезпечення цілісності, доступності та конфіденційності інформації [45]. Прийнято розділяти захист інформації на три взаємопов'язані складові: технічний захист інформації, криптографічний захист інформації та захист інформації в автоматизованих системах. Взаємозв'язок складових захисту інформації з дисциплінами циклу природничо-наукової підготовки зображено на рис. 2.25. Як видно з нього, захист інформації забезпечується наступними дисциплінами: фізика, математика та інформатика. В свою чергу технічний захист інформації поділяється на технічні канали витоку інформації та технічні методи і засоби захисту інформації.

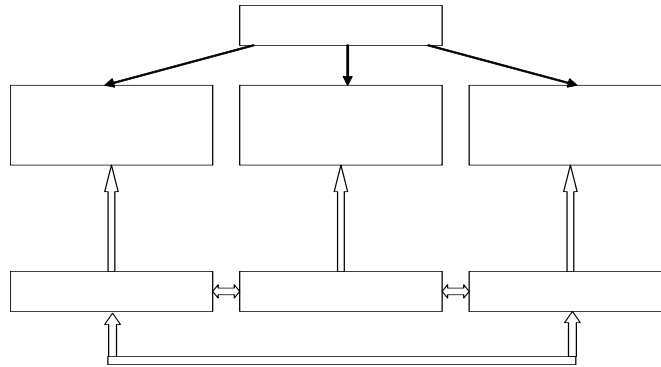


Рис.2.25. Взаємозв'язок захисту інформації з дисциплінами циклу природничо-наукової підготовки

Під технічним захистом інформації розуміють діяльність, спрямовану на запобігання порушенню цілісності, блокуванню та (чи) витоку інформації по технічних каналах [52], [60], [140]. Класифікація технічних каналів витоку інформації зображено на рис. 2.26.

Знання у галузі фізики дають можливість глибше зрозуміти принципи утворення технічних каналів витоку інформації. А наочне застосування абстрагованих фізичних закономірностей, понять і процесів, що проявляються на практиці в реальних технічних каналах витоку інформації, доповнює і систематизує набуті знання з фізики. Органічне поєднання знань, набутих при вивченні різних дисциплін, та глибоке розуміння існуючих між ними зв'язків допомагає усвідомити фундаментальні закони природи. Отже, вивчення основ захисту інформації, як засобу формування фізичних і професійних знань можливе лише у контексті міжпредметних взаємозв'язків цих дисциплін.

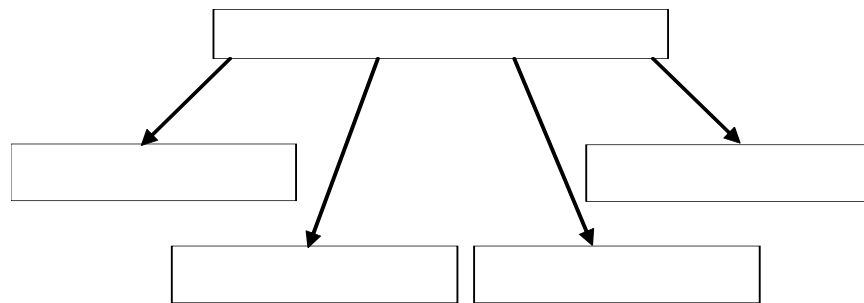


Рис. 2.26. Класифікація технічних каналів витоку інформації

Далі зупинимось на можливостях реалізації міжпредметних зв'язків геометричної оптики та оптико-акустичного каналу витоку інформації. Одним з найбільш перспективних напрямів реалізації такого підходу є професійноорієнтовані задачі. До їх складу повинна входити теорія із основ захисту інформації, що пов'язана з даною задачею та, безпосередньо, фізична задача. Така побудова професійноорієнтованих задач надасть наступні переваги:

- ознайомлення з теоретичними положеннями основ захисту інформації;
- формування світоглядних і прикладних знань за рахунок їх доповнення та систематизації набутих фізичних знань;
- зацікавленість та активізація пізнавальної діяльності у процесі навчання фізиці;
- допомога в усвідомленні фундаментальних законів природи за рахунок поєднання знань, набутих при вивченні різних дисциплін.

Прикладом такого підходу є задача на оптико-акустичний канал витоку інформації.

Задача. Лазерний засіб акустичної розвідки складається із джерела та приймача лазерного випромінювання, що розташовані на відстані $d = 40$ см один від одного. При виконанні лазерно-локаційного зондування об'єкту лазерний промінь переходить з повітря в скло ($n = 1,5$), причому кут заломлення складає 10° . Визначити відстань від засобу акустичної розвідки до віконного скла.

Хід розв'язку задачі та аналіз її результатів доречно супроводжувати інформацією про оптико-акустичний канал витоку. Перехоплення акустичної інформації з приміщень може здійснюватися за допомогою лазерних засобів акустичної розвідки [271]. В цьому випадку застосовується дистанційне

лазерно-локаційне зондування об'єктів, що являються потенційними джерелами таємної акустичної інформації. В якості таких об'єктів можуть виступати віконне скло та інші поверхні, що здатні відбивати світлові промені та коливаються під дією акустичних хвиль.

Структурна схема оптико-акустичного каналу витоку інформації зображена на рис. 2.27.

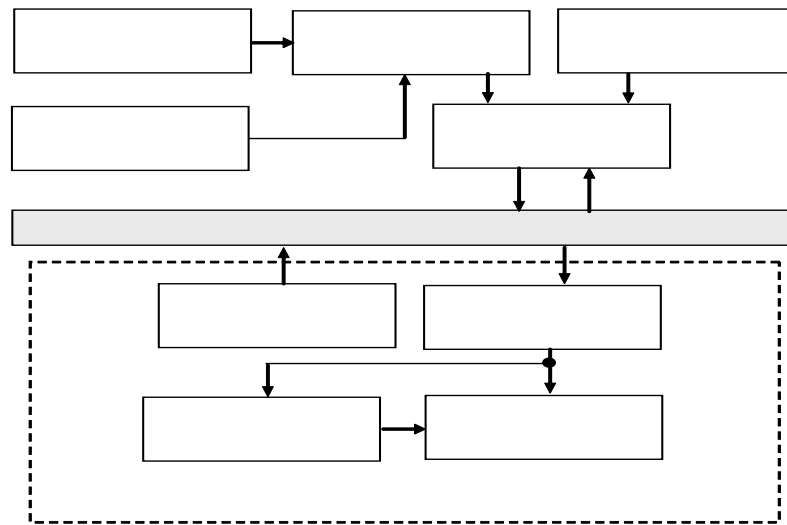


Рис. 2.27. Структурна схема оптико-акустичного каналу витоку інформації

Коливання, що генерується лазерним передавачем, спрямовується на віконне скло приміщення, в якому обговорюється інформація. Акустичні хвилі, що виникають при розмові, розповсюджуючись в повітряному середовищі, діють на віконне скло і викликають його коливання в діапазоні частот, що відповідає мовному повідомленню. Таким чином, відбувається віброакустичне перетворення мовного повідомлення в мембрані, роль якої виконує віконне скло. Лазерне випромінювання, що падає на зовнішню поверхню віконного скла (мембрани), в результаті вібро-оптичного перетворення модулюється сигналом, що викликає коливання мембрани. Відбитий оптичний сигнал приймається оптичним приймачем, в якому відбувається відтворення повідомлення.

На сьогодні створені різноманітні системи лазерних засобів акустичної розвідки, що мають дальність дії від десятків метрів до одиниць кілометрів. Наприклад, система SIPE LASER 3-DA SUPER складається з джерела випромінювання (гелій-неонового лазера), приймача цього випромінювання з блоком фільтрації шумів, двох пар головних телефонів, акумулятора живлення та штатива. Наведення лазерного випромінювання на віконне скло необхідного приміщення здійснюється за допомогою телескопічного візира. Використання спеціальної оптичної насадки дає змогу регулювати кут розходження вихідного світлового пучка. Система забезпечує перехоплення мовної інформації з доброю якістю на відстані до 250 м. В лазерному пристрої НРО150 в якості передавача також використовується гелій-неоновий лазер. До складу приймача включено блок компенсації завад і касетний пристрій магнітного запису, а дальність ведення розвідки складає близько 1000 м.

Запропонований підхід дає можливість надавати у розрізі фундаментальних фізичних знань елементи професійної спрямованості через застосування орієнтованих фізичних задач при проведенні, як аудиторних занять, так і при організації самостійної та гурткової роботи.

Навчально-методичний програмний комплекс «еФізика» включає в себе інтерактивні посібники та курси лекцій, збірник задач, завдання для тестового контролю знань, комп'ютерні програми для моделювання фізичних явищ та вимірювання фізичних параметрів [32], [48]. Він має сучасний зовнішній вигляд, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, містить зручні до використання інструменти, перелік яких можна розширювати (рис. 2.28). Важливими компонентами комплексу є:

- навчальні програми дисциплін;
- тести для самооцінки та оцінки, які можуть бути зараховані автоматично;
- додаткові ресурси, матеріали для читання, посилання на зовнішні ресурси (бібліотеки, Інтернет);

- можливість переходу з одного предмету, курсу на інший;
- диференціальні права доступу для викладачів та студентів.

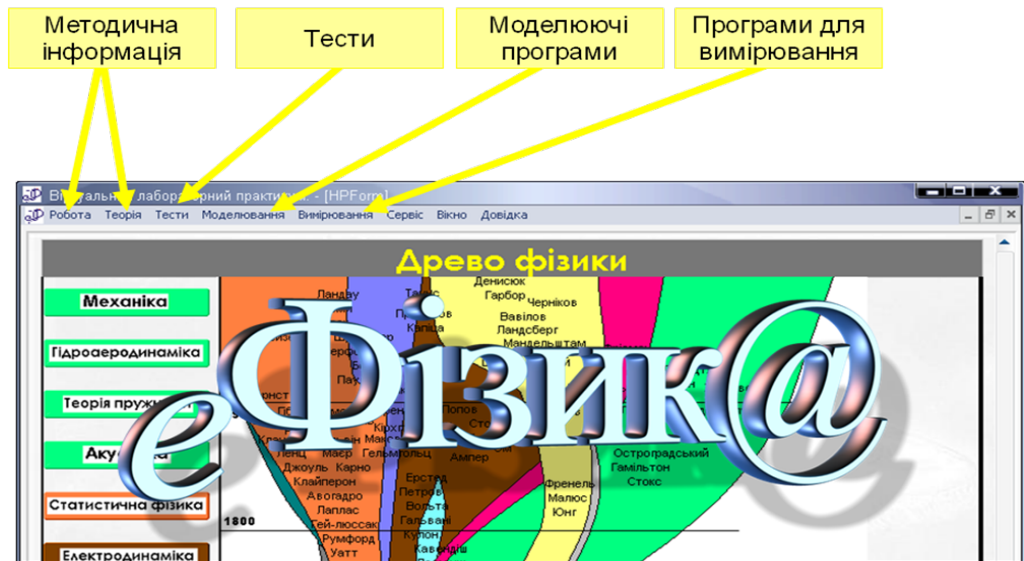


Рис. 2.28. Основні структурні елементи комплексу «eФізика»

В даній роботі розглядається впровадження в процес навчання комп'ютерного моделюючого та цифрового вимірювального комплексу, які об'єднано в навчально-методичний комп'ютерний комплекс «eФізика». При розробці оптичних систем передачі даних існувало дві глобальні проблеми: джерело світла і носій сигналу. Ці проблеми були розв'язані з відкриттям лазерів, зокрема напівпровідникових, та оптичних волокон із малими затуханням та дисперсією. Тому для дисципліни «Фізика оптичного зв'язку» буде актуальним цілий ряд лабораторних робіт: «Вивчення закону Брюстера», «Дослідження повного внутрішнього відбивання», «Дослідження світловипромінюючого діода», «Дослідження фотоефекту в напівпровідниках», «Вивчення оптичного квантового генератора».

В основі роботи оптоволоконна лежить явище повного внутрішнього відбивання електромагнітних хвиль на межі розділу діелектриків з різними показниками заломлення. У процесі вивчення цього явища доцільно комплексно використовувати роботу з реальними приладами, комп'ютерним вимірювальним комплексом та моделюючими програмами, які для зручності об'єднані в навчально-методичний комп'ютерний комплекс «eФізика».

Для проведення дослідження за допомогою вимірювального комплексу складається схема (рис. 2.29), в якій використовується з'єднаний з комп'ютером аналого-цифровий перетворювач, що увімкнено у коло фоторезистора [36], [38], [39].

АЦП, який увімкнений у коло фоторезистора, вимірює спад напруг на резисторі R, що пропорційний силі струму у фоторезисторі та інтенсивності світла. Інтерфейс комп'ютерної програми дає змогу вводити значення кута падіння світлового променя на діелектрик α , проводити обробку результатів за законом Ома та виводити графік залежності $I = f(\alpha)$. Після введення кута α у вікно і натискання кнопки «Записати» у таблицю автоматично буде занесене значення фотоструму. Аналіз отриманих значень дає можливість визначити кут Брюстера для досліджуваного діелектрика.

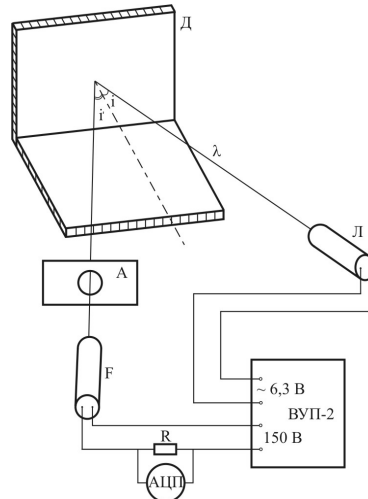


Рис. 2.29. Принципова схема установки для вивчення законів відбивання та Брюстера з використанням АЦП

Програма «Закон Брюстера. Геометрична оптика» моделює закони геометричної оптики та явище поляризації світла при відбиванні від діелектрика. Моделююча програма надає можливість спостерігати явище повного внутрішнього відбивання та візуально спостерігати за інтенсивністю відбитого світла після проходження аналізатора, який встановлено перпендикулярно площині поляризації (рис. 2.30).

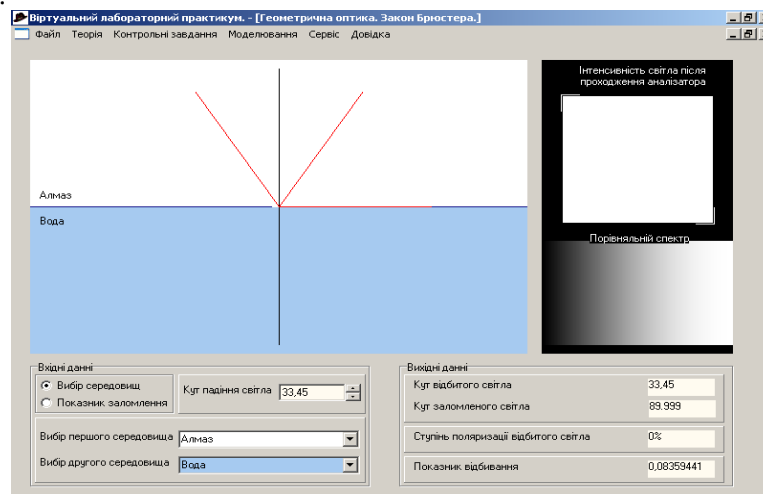


Рис. 2.30. Інтерфейс програми «Геометрична оптика.

Закон Брюстера». Демонстрація повного внутрішнього відбивання

Як джерела світла у волоконно-оптичних системах передачі використовуються напівпровідникові лазерні та світлодіоди. Оскільки останні мають меншу вартість та більш безпечні, то саме вони використовуються для експериментального дослідження. Вивчити фізичну природу явища випромінювання світла переходом, будову, принцип дії та характеристики світлодіодів студенти можуть під час виконання лабораторної роботи «Дослідження світловипромінюючого діода» [43].

Як приймачі оптичного сигналу у ВОСП використовуються напівпровідникові фотодіоди р-і-п структури або лавинні фотодіоди. Робота обох типів пристроїв ґрунтується на явищі внутрішнього фотоелектричного ефекту, який у спрощеному вигляді можна експериментально дослідити за допомогою фоторезистора. Установка для його дослідження має таку ж будову, як і у випадку дослідження світлодіода, але як джерело світла використовується лампа розжарювання.

Інтерфейс комп'ютерної програми дає можливість проводити дослідження спектральної характеристики фоторезистора. Після уведення у вікно значення поділок барабану, виставлених на монохроматорі, і натиснення кнопки «Записати» у таблицю автоматично буде занесено значення струмів. Програма

здійснює обробку результатів та виводить графік залежності (рис. 2.31).

на екран

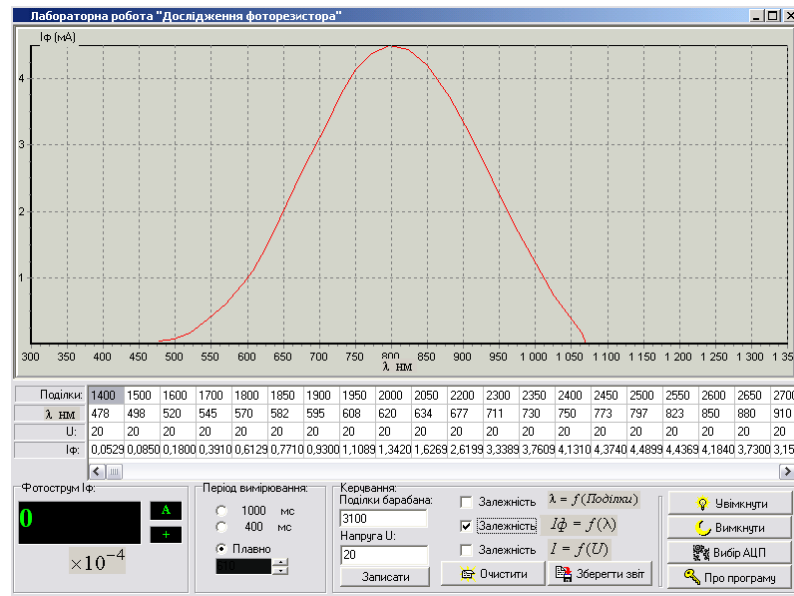


Рис. 2.31. Інтерфейс комп’ютерної програми. Спектральна характеристика
Цей графік також дає змогу визначити червону межу фотоефекту для досліджуваного приладу. Після аналізу, отриманих результатів, і натиснення «Очистити» вимірювальний комплекс готовий до зняття вольт-амперної характеристики фоторезистора (рис. 2.32).

Для цього потрібно ввести у вікно «Поділки барабана» значення, що відповідає максимуму кривої спектральної характеристики фоторезистора, і натискати кнопку «Записати» після кожної зміни напруги на фоторезисторі, починаючи з напруги 20 В.

Лабораторна установка «Дослідження фотоефекту в напівпровідниках» дає змогу вивчити явище внутрішнього фотоефекту та дослідити спектральну і вольтамперну характеристику фоторезистора.

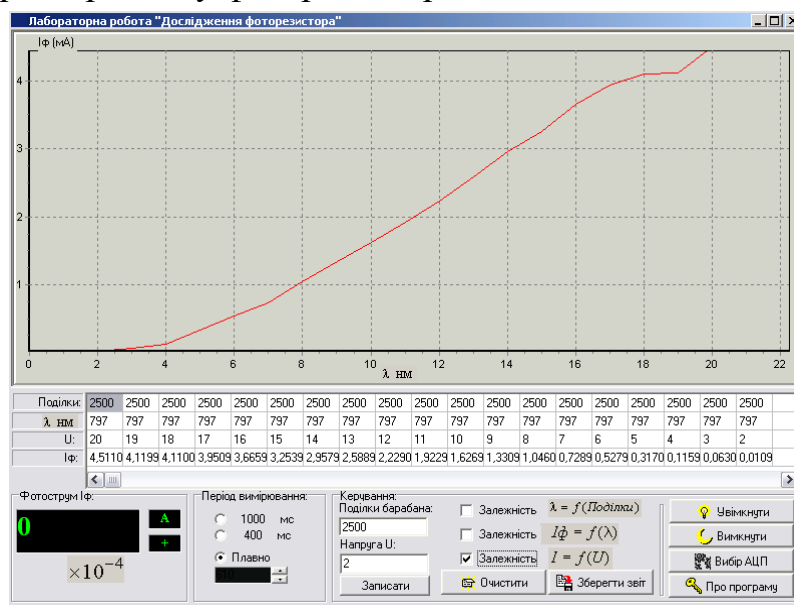


Рис. 2.32. Інтерфейс комп'ютерної програми. Вольт-амперна характеристика

Запропонований підхід до вивчення фізики оптичного зв'язку сприяє вдосконаленню освітнього процесу, активізації навчальної діяльності, покращенню якості засвоєння навчального матеріалу, подоланню формального підходу до дисципліни і формуванню навичок абстрактного та логічного мислення. Активне залучення студентів у рамках наукової роботи до розробки подібних систем навчально-методичного забезпечення розвиває індивідуальні здібності, уміння мислити критично, аналітично та творчо, готує їх до подальшої професійної діяльності. Широке впровадження інформаційних технологій створює додаткові можливості для диференціації навчального процесу, більш повного розвитку нахилів та здібностей студентів, сприяє формуванню їх інформаційної культури та розкриття творчого потенціалу.

2.3.4. Використання комп'ютерних технологій під час вивчення теми «Напівпровідники» на основі міжпредметних зв'язків дисциплін «Фізика» і «Хімія та електрорадіоматеріали»

Невід'ємним атрибутом сьогодення стали персональні комп'ютери, які широко використовуються у всіх сферах людської діяльності: транспорті, охороні здоров'я, виробництві, економіці, науці, освіті. Впровадження сучасних комп'ютерних технологій в освітню діяльність є одним із пріоритетів її розвитку, внаслідок необхідності ефективної підготовки молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві.

Але комп'ютеризація системи освіти полягає не в простому впровадженні комп'ютера в традиційний процес навчання, а в кардинальній перебудові всієї освітньої галузі, розробці нових педагогічних технологій навчання, зміні структури та організації навчального процесу. Інноваційні технології навчання формуються за рахунок підготовки й видання різноманітних науково-методичних матеріалів, розробки інформаційних комп'ютерних систем, відкриття доступу до інформаційних ресурсів через Internet [36], [153], [211], [261], [491].

Під час експлуатації засобів зв'язку інженеру-телекомунікаційнику необхідно розв'язувати практичні задачі, пов'язані із застосуванням електрорадіоматеріалів і приладів, що виготовлені з них. Для успішного розв'язування цих задач необхідні глибокі і міцні знання властивостей електрорадіоматеріалів, галузей їх застосування та технології виготовлення. Тому метою вивчення дисципліни «Хімія та електрорадіоматеріали» є вивчення залежності електричних властивостей речовини від її хімічної і фізичної будови, а також основні властивості ізоляційних, провідникових та напівпровідникових матеріалів. Розподіл навчального часу з цієї дисципліни за видами занять і завдань згідно з робочим навчальним планом має наступний вигляд (табл. 2.13.).

Основними видами інформаційних комп'ютерних систем, які можуть бути використані при викладанні курсів фізики та електрорадіоматеріалів є:

- електронні підручники;
- репетитори, електронні задачники, тестуючі системи;
- моделюючі програми;
- вимірювальні комплекси;
- комплекси дистанційного навчання;
- системи керування навчальним процесом;
- презентаційні, демонстраційні, мультимедійні матеріали;
- довідкові матеріали, енциклопедії.

Таблиця 2.13

Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи	
кредити	академічні години	лекції	лаб. роботи	практичні	СРС	Індивід. завдання	семестрова атестація
	144	18	16	20	90	1	екзамен

4							
---	--	--	--	--	--	--	--

Комп'ютерна підтримка курсів фізики та електрорадіоматеріалів, як правило, реалізується шляхом одночасного використання кількох перелічених видів. Наприклад, електронний задачник «ELZA» (МІФІ) крім питань і задач по курсу загальної фізики містить гіпертекстовий довідник та мультимедійний контент. Підручником, задачником і довідником, які об'єднані гіпертекстовою структурою, є «1С: Репетитор. Фізика» [1].

Серед енциклопедій варто виділити «Большую энциклопедию Кирилла и Мефодия», «Большую Советскую энциклопедию», а прикладом системи тестів є «Подготовка к ЕГЭ. Фізика» [234], [351], [371].

Особливе місце при навчанні займають інтерактивні курси фізики: «Уроки фізики Кирилла и Мефодия», «Курс фізики XXI века», «Вся фізика»; курси, які включають віртуальні фізичні моделі та лабораторні роботи: «Открытая физика», «Видеозадачник по физике», педагогічні програмні засоби «Фізика 10» - 2Фізика 11» (корпорація «Квазар-Мікро») [234], [329], [362].

Корпорація «Квазар-Мікро» працює у напрямку модернізації освіти засобами сучасних інноваційних технологій та впровадження інтерактивних методів навчання в закладах освіти різних типів. Віртуальна фізична лабораторія «Фізика 10» - «Фізика 11» цієї корпорації є програмним забезпеченням, яке здійснює комп'ютерну підтримку проведення фронтальних лабораторних робіт та робіт лабораторного практикуму. Кожна з фронтальних лабораторних робіт складається з текстової інформації (тема, мета, прилади і матеріали, хід роботи), питань для самоперевірки, відеофрагменту досліду та інтерактивної моделі, яка майже повторює демонстрацію. Роботи лабораторного практикуму містять додатково теоретичні відомості, проте у них відсутні моделюючі програми (за виключенням «Спостереження броунівського руху»). В цілому моделюючі програми зручні для використання, мають ігровий інтерфейс та дають можливість проводити віртуальні експерименти, хоча переважно на якісному рівні. При вивченні теми «Напівпровідники» цей програмний продукт дає змогу виконувати роботи з лабораторного практикуму «Дослідження залежності опору напівпровідників від температури» (рис. 2.33), «Зняття вольт-амперної характеристики напівпровідникового діода» та «Вивчення транзистора».

В усіх трьох роботах увазі учнів і студентів пропонується відеофрагмент досліду та опис роботи з теоретичними відомостями та ходом роботи. Застосування описаного програмного комп'ютерного продукту дає можливість подавати навчальні матеріали у вигляді мультимедійних лекцій та уроків, віртуальних лабораторних робіт, тощо; запроваджувати тестування та перевірку знань.

Широке використання при навчанні фізики мають комп'ютерні фізичні конструктори: «Живая физика», «Активная физика. Интенсивный курс физики на ПК»; конструктори електричних кіл «Electronics Workbench» та «Multisim», конструктори по всіх темах фізики «On-line лаборатория по физике» та «Crocodile» [36], [129], [152], [191], [234], [339], [350], [362], [482], [498].

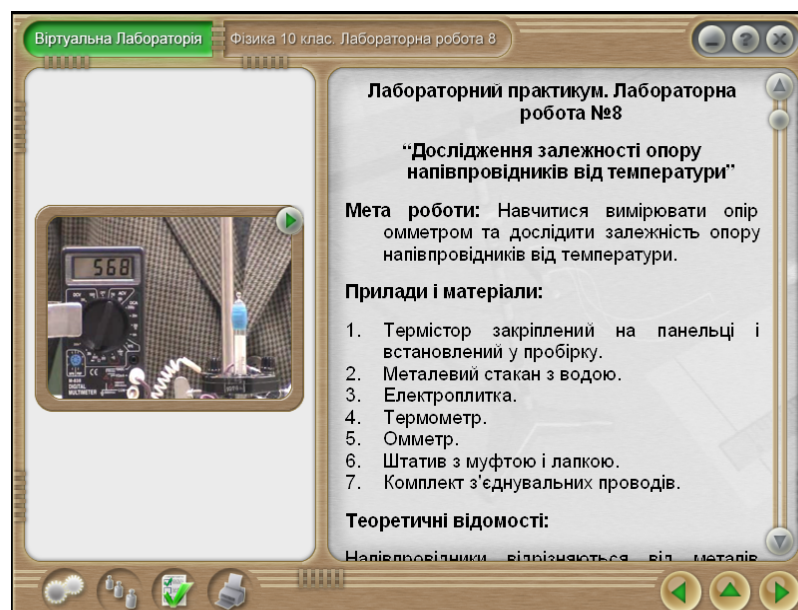


Рис. 2.33. Інтерфейс віртуальної фізичної лабораторії «Фізика 10» - «Фізика 11» корпорації «Квзар-Мікро»

Конструктор по всіх темах фізики «Crocodile» виробляється шотландською компанією Crocodile Clips Ltd та містить комплекс моделюючих комп'ютерних експериментів, що налічують кілька сотень готових фізичних задач і моделей експериментальних установок. У 2009 року компанія випустила для заміни «Crocodile Physics» нові програмні продукти:

- «Yenka Electricity» для моделювання електричних кіл із використанням більш ніж 100 компонентів;
- «Yenka Light and Sound» для експериментів зі звуковими, механічними і світловими хвилями та променями;
- «Yenka Motion» для дослідження коливань, гравітації й руху [511].

У даному програмному продукті особливо варто відмітити компоненти «Yenka Light and Sound», який практично не має аналогів такого рівня. «Yenka Electricity» за можливостями не перевищує програми «Electronics Workbench» та «Multisim» від компанії National Instruments, а Yenka Motion поступається в кількості елементів для моделювання «Інтерактивній фізиці». Незаперечними перевагами «Yenka» є зручний та зрозумілий інтерфейс, автоматична побудова анімаційних графіків, докладний опис елементів моделювання та рекомендації по їх застосуванню, наявність готових моделей для демонстрації фізичних явищ і процесів та надання можливостей для самостійного моделювання із функцією їх збереження і друку.

При вивченні теми «Напівпровідники» конструктор «Crocodile» дає змогу моделювати процеси у електричних колах, які містять фото- та терморезистор (рис. 2.34).

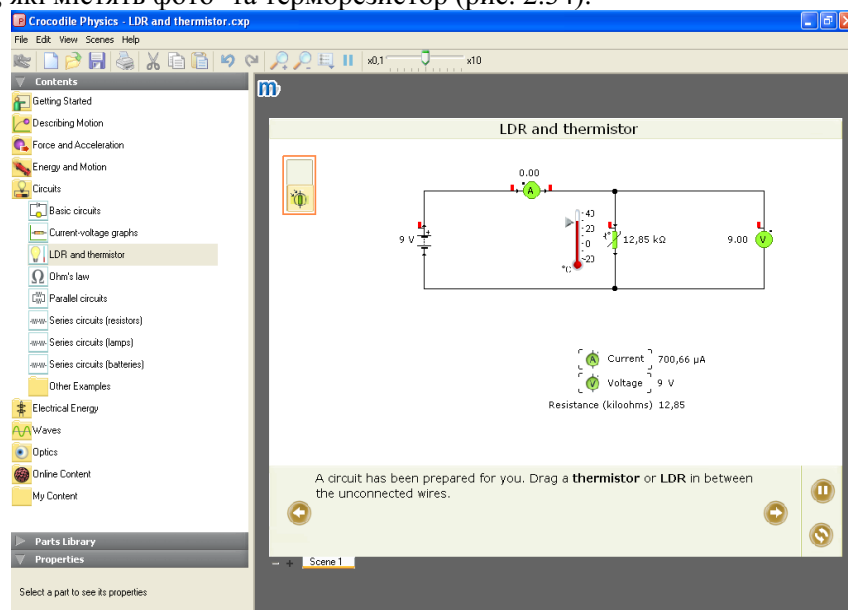


Рис. 2.34. Інтерфейс конструктора «Crocodile»

За допомогою комп'ютерної програми «Electronics Workbench» можна конструювати і аналізувати роботу електричних схем (рис. 2.35). Її інтерфейс дає можливість вибирати елементи електричного кола, змінювати їх параметри за допомогою команди «Component properties» та з'єднувати в електричні схеми. Аналіз роботи схем з використанням даної програми може проводитися за показами вольтметра, амперметра та осцилографа.

За допомогою даного програмного продукту можна самостійно підготуватися до роботи з реальними приладами, змоделювати електричне коло експериментальної установки та розглянути вольт-амперну характеристику напівпровідникового діода включеного в пряму та зворотному напрямку. Працюючи з програмою «Electronics Workbench» учні та студенти набувають компетентностей по складанню електричних схем демонстраційних або лабораторних установок, аналізу їх роботи та фізичних процесів, що відбуваються у них.

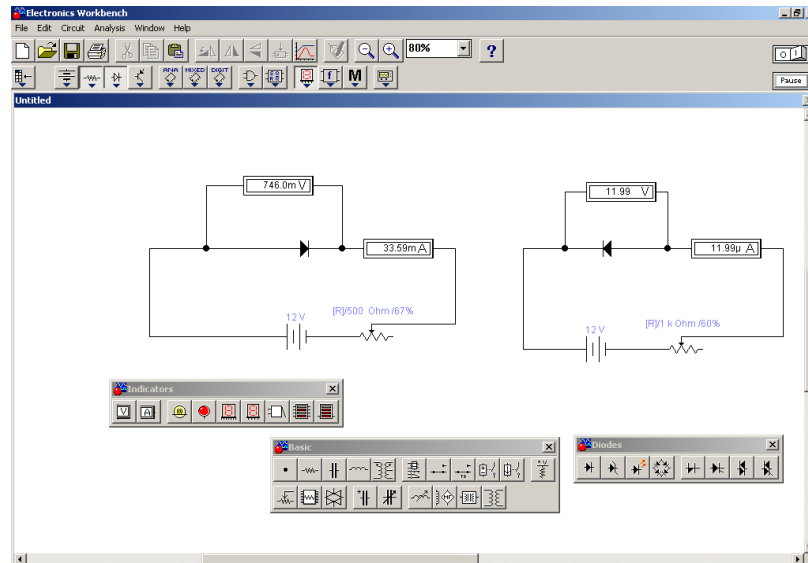


Рис. 2.35. Интерфейс программы «Electronics Workbench». Модель экспериментальной установки у програми «Electronics Workbench2»

Особливу увагу варто приділити професійним електронним лабораторіям («LabView» (National Instruments Corporation), «L-микро» (ПФ РНПО «Роснаучприбор», 1999–2004), «Архимед» (Институт новых технологий, г. Москва), які мають універсальний інтерфейс та укомплектовані набором датчиків, перетворювачів, виконуючих пристроїв. Такий підхід хоч і дає можливість досліджувати фізичні процеси з використанням реальних фізичних приладів, які знаходяться у шкільному кабінеті та студентській лабораторії, але має досить значну вартість і є практично не доступним [494].

Часто при навчанні фізиці та технічним дисциплінам використовуються програми, які здатні перетворити комп'ютер зі звуковою картою в складний вимірювальний пристрій (звуковий генератор, частотомір, двопроменевий осцилограф, аналізатор спектра складних сигналів) та програми, які написані самостійно на мовах середнього (Бейсік, Паскаль) та високого рівня (Delphi, С#).

Не зважаючи на таку різноманітність, сучасні досягнення цифрової техніки та комп'ютерних технологій значно випереджають матеріальну базу та методику навчального експерименту в школах і ВНЗ. Тому актуальним є розгляд комплексу апаратних і програмних засобів, які забезпечують проведення автоматизованих лабораторних і навчально-дослідницьких робіт на фізичних і технічних об'єктах. Численні дослідження проведені у цьому напрямку свідчать про актуальність даного підходу. Більшість розробок реалізованих в цьому напрямку є окремими пристроями для проведення того чи іншого лабораторного експерименту (рис. 2.36) [285], [329], [344], [350], [351].

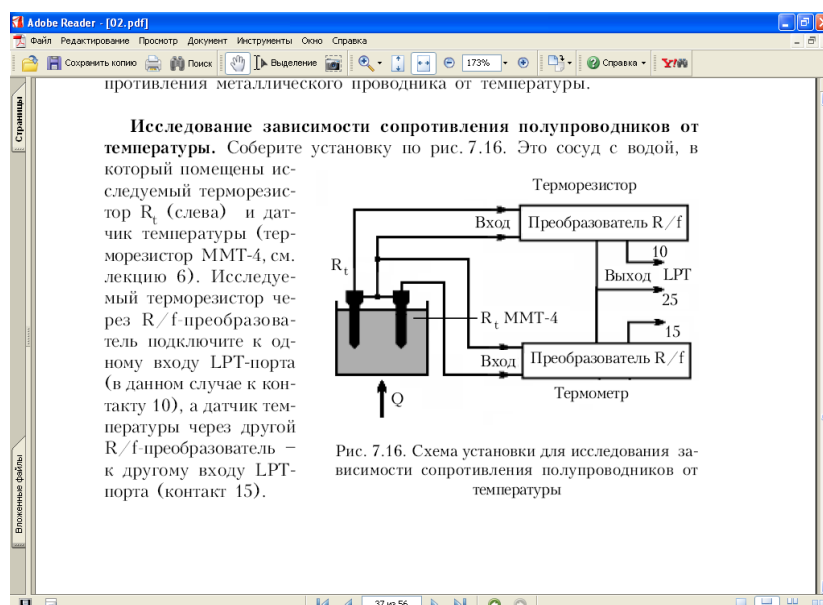


Рис. 2.36. Схема лабораторної установки для дослідження залежності опору напівпровідників від температури

Розроблений автором цифровий вимірювальний комплекс із використанням аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) та мікроконтролерів (МК) ґрунтується на сучасній елементній базі, широко застосовує передові технології, має можливості розширення його функціональності завдяки різним типам датчиків. Для керування цифровими вимірювальними приладами, які підключаються до комп'ютера через послідовний або паралельний інтерфейси, використовуються програми для проведення вимірювань. Зняті цими приладами величини (в залежності від типу установки) передаються в комп'ютер, де обробляються програмою і виводяться на екран. Залежно від дослідження отримані результати можуть виводитися у вигляді таблиці або будуються відповідні графіки.

Усі розроблені програми для проведення експериментів об'єднані в навчально-методичний комплекс «еФізика». Програмно-апаратна частина навчально-методичного комплексу «еФізика» дає можливість здійснювати спостереження, вимірювання та збір даних, автоматизувати процес дослідження та керування експериментом; прискорити процеси проведення вимірювань, накопичення та обробки інформації; скоротити час на підготовку та проведення дослідів; дає змогу зберігати результати на диску комп'ютера в зручному вигляді для подальшого опрацювання; підвищити точність та достовірність отриманих даних [36], [38], [39], [63], [234].

Застосування комп'ютерних технологій при вивченні теми «Напівпровідники», яке запропоноване автором, полягає в широкому використанні методичних та інформаційних ресурсів авторського програмного продукту «еФізика». Цей навчально-методичний програмний комплекс включає в себе інтерактивний посібник та курс лекцій, збірник задач, завдання для тестового контролю знань, комп'ютерні програми для моделювання фізичних явищ та вимірювання фізичних параметрів, а також головне вікно із відомостями про історичний розвиток фізики, заповнення якого базується на технології WEB 2.0 [36], [57], [67], [68], [234].

Комплекс «еФізика» також містить цілий ряд лабораторних робіт з дисциплін «Фізика» та «Хімія та електрорадіоматеріали», серед яких чільне місце займають роботи з теми «Напівпровідники», «Дослідження залежності провідності електронно-діркового переходу від температури», «Визначення енергії активації напівпровідника», «Дослідження світловипромінюючого діода», «Дослідження залежності опору напівпровідника від температури» [234] [475].

При виконанні лабораторної роботи по дослідженню залежності опору напівпровідника від температури крім роботи з реальною установкою доцільно використовувати комп'ютер у якості вимірювального комплексу. Для проведення дослідження за допомогою вимірювального комплексу складається схема (рис. 2.37), у якій використовується два аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) та розгалужувач LPT-4COM. АЦП, який увімкнено у коло терморезистора, перетворює спад напруги на резисторі у цифровий код і пересилає у комп'ютер, де за законом Ома відбувається перерахунок у силу струму, яка і виводиться на екран. Інший АЦП приєднаний до термодатчика, який має робочий діапазон температур від -50°C до $+150^{\circ}\text{C}$ та забезпечує точність вимірювання температури не гірше $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

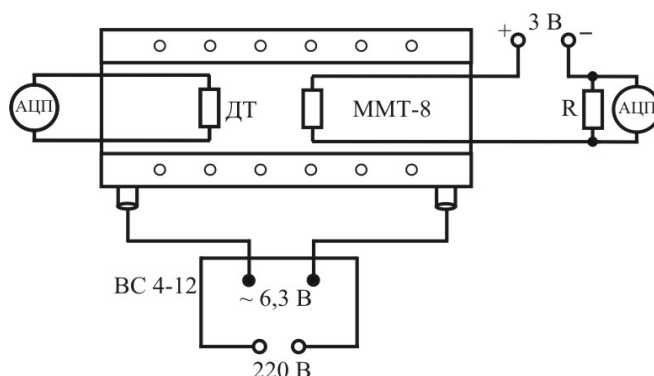


Рис. 2.37. Принципова схема установки для дослідження залежності опору напівпровідника від температури з використанням АЦП

Інтерфейс вимірювального комплексу дає можливість задавати значення напруги в колі терморезистора та проводити вимірювання сили струму, що тече через нього. Після введення у вікно

значення напруги, заданої на лабораторному макеті, і натискання кнопки «Записати» у таблицю автоматично буде занесено значення сили струму. Програма здійснює обробку результатів за законом Ома та виводить графік залежності $R=f(t)$ на екран (рис. 2.38).

Програма дає можливість отримати наступні графіки залежностей: зміну температури терморезистора з часом; сили струму, що протікає через напівпровідник, від часу вимірювання; сили струму, що протікає через напівпровідник, від температури (рис. 2.39); опору напівпровідника від часу вимірювання.

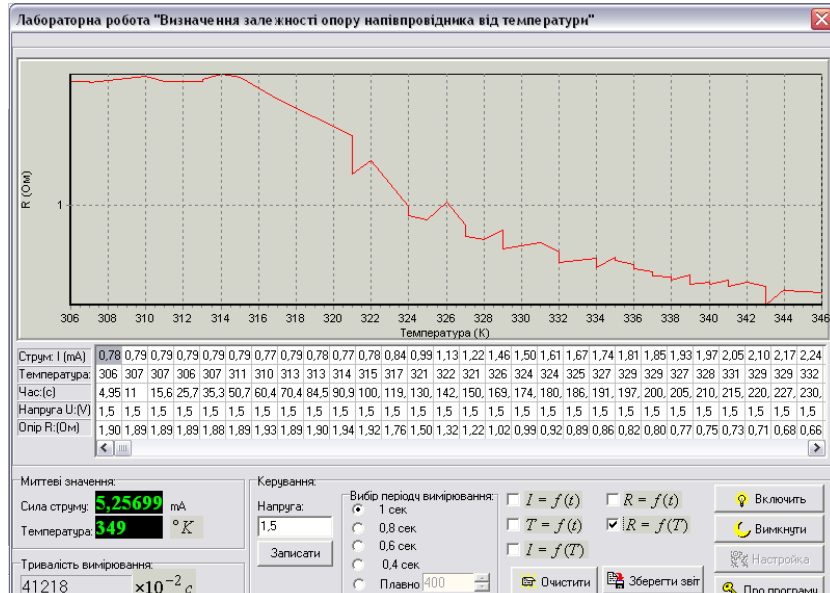


Рис. 2.38. Графік залежності опору від температури

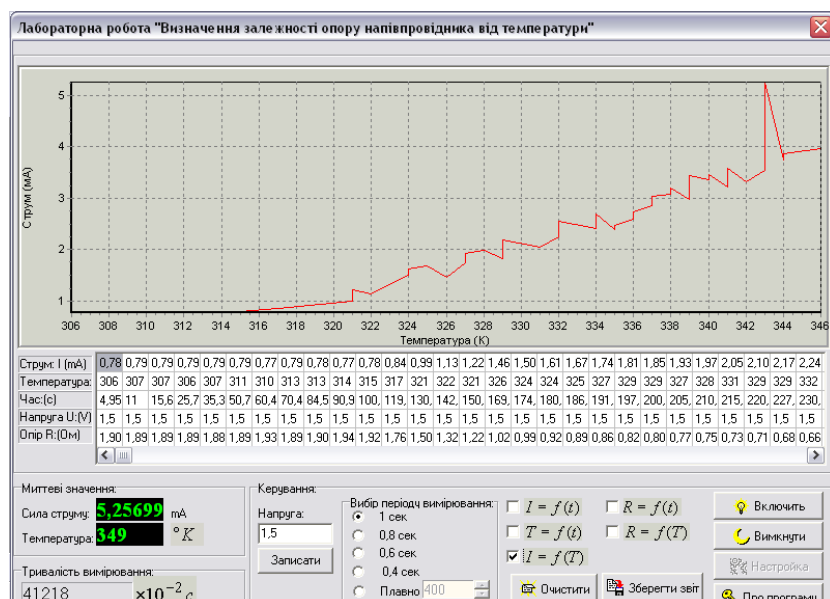


Рис. 2.39. Залежність сили струму в напівпровіднику від температури

Вивчити фізичну природу явища випромінювання світла переходом, будову, принцип дії та характеристики світловипромінюючих діодів студенти можуть під час виконання лабораторної роботи «Дослідження світловипромінюючого діода» [43]. Інтерфейс комп'ютерної програми дає змогу проводити дослідження спектральної та світлової характеристики світлодіода.

Застосування такого підходу дає можливість різнобічно розглянути тему «Напівпровідники», використовуючи принципово нові можливості для організації, впорядкування та подачі освітнього контенту. Використання комплексу «ЕФізика» при виконанні лабораторних робіт ґрунтується на глибокому розумінні особливостей викладання, психології сприйняття навчального матеріалу та

забезпечує високий рівень викладання фізики та матеріалознавства у вищих навчальних закладах. Розроблений підхід може бути використаний не тільки при виконанні лабораторних робіт, а й при проведенні лекцій і практичних занять та під час самостійної роботи студентів над навчальним матеріалом.

Висновки до розділу 2

1. Розроблено навчально-методичну систему навчання фізики студентів на пряму підготовки «Телекомунікації», яка містить такі основні складові, як зміст курсу фізики, методи, засоби і технології навчання, форми його організації, навчальні й інформаційні ресурси. Особистісно-орієнтована система навчання органічно узгоджується із провідними ідеями Болонського процесу відносно трансформації навчальної діяльності в процес самостійного опрацювання матеріалу та поєднання навчання з науковим дослідженням.

2. Створено універсальний навчально-методичний комп'ютерний комплекс «eФізика», спрямований на впровадження нових форм організації та технологій реалізації навчального процесу. Особливої уваги приділено модульній технології, яка забезпечує варіативність та індивідуалізацію навчання і дає можливість ефективно реалізувати принципи систематичності, науковості і наступності фізичної освіти, а також підвищити рівень професійної підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій.

3. Розроблено методичні підходи до застосування контрприкладів, які широко використовуються у філософії, математиці та юриспруденції для аргументації спростування запропонованого узагальнення або визначення. Активне застосування контрприкладів у методиці навчання фізиці забезпечує корекцію помилок та розвиток творчого мислення. Запропоновано також методичні підходи до відслідковування процесу розвитку фізичних теорій (будова речовини, теорія відносності) з точки зору контрприкладів.

4. Розроблено методичні підходи до використання міжпредметних зв'язків, що забезпечує трансформацію понять, теорій і моделей фізики в інші дисципліни (математику, метрологію, фізику оптичного зв'язку, технічні канали витоку інформації) і навпаки. Доведено, що міжпредметні зв'язки дозволяють розв'язати одну з головних освітніх проблем – забезпечення єдності у вивченні дисциплін природничо-наукового циклу та циклу професійної підготовки.

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ «ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»

Підвищення інтенсивності навчальної діяльності студентів та ефективності формування професійно важливих якостей майбутнього інженера вимагають застосування моделювання у навчальному процесі з фізики. Моделювання фізичних явищ та процесів, які є актуальними для майбутньої професійної діяльності, реалізує діяльнісний підхід як один із основних принципів дидактики.

3.1. Модель засвоєння актуальних для майбутньої професійної діяльності знань при вивченні розділу «Електромагнітні хвилі»

Телекомунікації є однією з галузей науки та техніки, що на сьогодні найбільш динамічно розвиваються. Життя сучасного суспільства неможливо уявити без досягнень, які зроблені в цій галузі. Можливість швидкої комунікації та обміну даними прискорює розвиток практично усіх сфер людської діяльності. Тому не дивно, що якісна підготовка фахівців у сфері телекомунікацій є одним із пріоритетних завдань, а, отже, професійна орієнтованість фундаментальних дисциплін під час підготовки спеціалістів у цій галузі є актуальною. Важливо, щоб кожна з цих дисциплін стала вагомим внеском в загальну професійну освіту. Тому методична система навчання має бути спрямована на цілісне вивчення явищ і процесів, які формують особистісні та професійні якості фахівця і забезпечують набуття функціональних компетентностей. У процесі проведення констатувального етапу дослідницько-пошукової роботи було виявлено низький рівень сформованості функціональних компетентностей майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі.

Нами запропоновано методичні підходи, спрямовані на підвищення цього рівня завдяки реалізації в навчальному процесі системи взаємопов'язаних, узгоджених прийомів, засобів і дій, спрямованих на формування компетентностей.

Зміст розробленої моделі навчання фізиці студентів вищих навчальних закладів напрямку підготовки «Телекомунікації» полягає в організації навчальної діяльності по засвоєнню фізичних знань, які значимі для майбутньої професійної діяльності. Одним із основних завдань, які вирішувались при реалізації професійної направленості дисципліни, була розробка моделюючих програм для динамічної ілюстрації властивостей поширення електромагнітних хвиль (ЕМХ) різних діапазонів [19], [179], [181], [200], [201], [206], [245]. Для розв'язання поставленого завдання використовувалися вже існуючі теоретичні моделі, які мають чітке фізичне пояснення та забезпечують наочну демонстрацію властивостей ЕМХ. При

створенні комп'ютерних моделей ставилося завдання якомога більшого наближення до реальних інженерних завдань, з якими може зіткнутися майбутній фахівець [215], [219], [220], [246], [247], [280], [319], [328], [441], [442], [511].

У роботі розглядаються ЕМХ оптичного та УКХ діапазонів, оскільки вони мають однакову природу і дуже близькі властивості розповсюдження. При описанні тих чи інших властивостей наводяться варіанти їхнього застосування в техніці зв'язку. Основне застосування моделюючі програми знайшли у навчальному процесі під час вивчення курсу фізики, оскільки вони не просто відповідають на запитання, пов'язані з поширенням ЕМХ, а ще й дають чітке тлумачення явищ, що є одним з найважливіших аспектів у навчальному процесі.

Електромагнітне випромінювання (електромагнітні хвилі) – це взаємозв'язані коливання електричного і магнітного полів, що утворюють електромагнітне поле [67]. Електромагнітне випромінювання може проявляти як хвильові, так і квантові властивості, тобто проявляється «дуалізм хвиля-частинка». Найбільш відомим прикладом електромагнітного випромінювання є видиме світло, а швидкість поширення електромагнітного випромінювання дорівнює швидкості світла. Поширення електромагнітних хвиль, часові залежності електричного $E(t)$ і магнітного $H(t)$ полів, що визначають тип хвиль (плоскі, сферичні та ін.), вид поляризації та інші особливості, залежать від джерела випромінювання й властивостей середовища.

Електромагнітні випромінювання різних частот взаємодіють із речовиною також по-своєму. Процеси випромінювання й поглинання радіохвиль можна описати за допомогою співвідношень електродинаміки; а от для хвиль оптичного діапазону й, тим більше, жорстких променів необхідно враховувати вже їхню квантову природу. Увесь спектр електромагнітних хвиль поділяється на діапазони, які відрізняються довжиною хвилі (частотою), властивостями, які вони проявляють. Діапазони електромагнітного випромінювання наведені в таблиці 3.1 [67].

Першим діапазоном електромагнітного випромінювання є радіохвилі. Через більші значення довжин хвиль λ поширення радіохвиль можна розглядати без урахування атомної будови середовища. Винятки становлять тільки найбільш короткі радіохвилі, що примикають до інфрачервоної ділянки спектра. У радіодіапазоні слабо виражаються й квантові властивості випромінювання. Радіохвилі виникають під час протікання по провідниках змінного струму відповідної частоти. І навпаки, при проходженні електромагнітна хвиля збуджує в провіднику відповідний їй змінний струм, що використовується в радіотехніці під час конструювання антен. Природним джерелом хвиль цього діапазону є грози.

Таблиця 3.1

Діапазони електромагнітних хвиль

Частоти, ν

Назва діапазону		Довжина хвилі, λ	Смуга частот	Назва смуги	Джерела, застосування
Радіохвилі	Декамегаметрові	100 – 10 Мм	3 – 30 Гц	Вкрай низькі (ELF)	Зв'язок з підводними човнами
	Мегаметрові	10 – 1 Мм	30 – 300 Гц	Наднизькі (SLF)	Зв'язок з підводними човнами
	Гектокілометрові	1000 – 100 км	0,3 – 3 кГц	Інфранизькі (ULF)	Зв'язок з підводними човнами
	Міріаметрові	100 – 10 км	3 – 30 кГц	Дуже низькі (VLF)	Зв'язок з підводними човнами
	Довгі хвилі, кілометрові	10 – 1 км	30 – 300 кГц	Низькі (HLF)	Радіомовлення
	Середні хвилі, гектометрові	1 000 – 100 м	300 – 3000 кГц	Середні (MF)	Радіомовлення
	Короткі хвилі, декаметрові	100 – 10 м	3 – 30 МГц	Високі (HF)	Радіомовлення
	Ультракорткі хвилі, метрові	10 – 1 м	30 – 300 МГц	Дуже високі (VHF)	Телебачення, радіомовлення
	Дециметрові	10 – 1 дм	300 – 3000 МГц	Ультрависокі (UHF)	Мобільні телефони, мікрохвильові печі
	Сантиметрові	10 – 1 см	3 – 30 ГГц	Надвисокі (SHF)	Бездротові комп'ютерні мережі
	Міліметрові	10 – 1 мм	30 – 300 ГГц	Вкрай високі (EHF)	Радіоастрономія, радіорелейний зв'язок
	Дециміліметрові	1 – 0,1 мм	0,3 – 3 ТГц	–	
Оптичне випромінювання	Інфрачервоне (теплове)	760нм – 2 мм	$> 1.5 \times 10^{11}$ Гц (11 октав)		Випромінювання молекул і атомів при теплових та електричних впливах
	Видиме (видиме світло)	400 – 760 нм	(1 октава)		
	Ультрафіолетове	10 – 400 нм	$< 3 \times 10^{16}$ Гц (5 октав)		Випромінювання атомів під впливом прискорених електронів
Жорсткі промені	Рентгенівські	10 – 10^2 нм	$3 \times 10^{16} – 6 \times 10^{19}$ Гц		Атомні процеси при впливі прискорених заряджених частинок
	Гама	$10^{-1} – 10^6$ нм	$3 \times 10^{20} – 10^{23}$ Гц		Ядерні й космічні процеси, радіоактивний розпад

Видиме, інфрачервоне й ультрафіолетове випромінювання становлять так звану оптичну область спектра в широкому розумінні цього слова. Виділення такої області обумовлено не тільки близькістю відповідних ділянок спектра, але й подібністю приладів, що застосовуються для її дослідження й розроблених історично, головним чином, для видимого світла.

Частоти хвиль оптичної області спектра за величиною порівнюються із власними частотами атомів і молекул, а їх довжина – з розмірами молекул й міжмолекулярними відстанями. Завдяки цьому в даній області стають істотними явища, обумовлені атомною будовою речовини, а отже, поряд із хвильовими, проявляються й квантові властивості світла.

Випромінювання оптичного діапазону виникає при нагріванні тіл (інфрачервоне випромінювання називають також тепловим) через тепловий рух атомів і молекул. Чим сильніше нагріте тіло, тим вища частота його випромінювання. При певній температурі тіло починає світитися у видимому діапазоні (розжарювання), спочатку червоними кольорами, потім жовтим і так далі. І навпаки, випромінювання оптичного спектра здійснює на тіла тепловий вплив (нагрівання). Крім теплового випромінювання джерелом і приймачем оптичного випромінювання можуть слугувати хімічні й біологічні реакції [176]. Одна з найвідоміших хімічних реакцій, що відбувається під дією оптичного випромінювання, використовується у фотографії. До оптичного діапазону відносяться електромагнітні коливання з довжиною хвилі 0,39 – 0,75 мкм, що сприймаються людським оком. До інфрачервоного діапазону відносяться хвилі довжиною 0,75 – 1000 мкм, що займають проміжне положення між оптичними й міліметровими хвилями. Інфрачервоний діапазон ділять на три області: ближню інфрачервону – від 0,75 до 1,5 мкм; середню – від 1,5 до 5,6 мкм; дальню – від 5,6 до 1000 мкм. Границі спектрів оптичних, інфрачервоних (ІЧ) і міліметрових хвиль взаємно перекриваються. Оптичне випромінювання збуджується за рахунок енергії переходів у атомах і молекулах випромінюючого тіла. ІЧ випромінювання виникає в результаті коливальних й обертових рухів атомів і молекул речовини. Оптичні й ІЧ хвилі можуть фокусуватися лінзами й дзеркалами, змінювати свій напрямок під час відбиття й заломлення, розкладатися в спектр призми. ІЧ хвилі подібно радіохвилям, можуть проходити крізь деякі матеріали, непрозорі для оптичних хвиль, тому вони знайшли широке застосування в різних галузях промисловості.

ІЧ системи, створені для виявлення джерел випромінювання у військовій справі й промисловості, значно менші, простіші й дешевші радіолокаційних систем аналогічного призначення. Простота схем і конструкцій таких приладів пояснюється застосуванням оптики, що дає можливість конструювати прилади з більш дрібних і міцних деталей. В ІЧ системах відсутнє шкідливе явище бічних пелюстків діаграми спрямованості випромінювачів, яке властиве радіолокаційним системам. Головною перевагою багатьох ІЧ систем (пасивних) є відсутність передавача, бо використовується випромінювання від цілей, які або самі є джерелами ІЧ, або відбивають випромінювання природних ІЧ джерел. Активні ІЧ системи мають потужне джерело ІЧ випромінювання, яке відфільтроване у вузькій ділянці спектра, концентрується за допомогою оптичної системи та направляється у вигляді вузького пучка на ціль. ІЧ системи мають високу роздільну здатність, тому перші радянські штучні супутники Землі виявлялися й реєструвалися поряд з іншими методами за їх ІЧ випромінюванням.

При використанні оптичного й ПЧ діапазонів для потреб зв'язку перевагою є можливість передавання великої кількості інформації, оскільки спектр цих діапазонів досягає 10 МГц. Системи зв'язку виявляються завадостійкими завдяки застосуванню вузькосмугових фільтрів і високої спрямованості випромінювання. Передбачається, що такі системи можуть бути використані також для космічного зв'язку й локації [2], [234], [453], [454].

В області рентгенівського й гамма-випромінювання на перший план виступають квантові властивості випромінювання. Рентгенівське випромінювання виникає при гальмуванні швидких заряджених частинок (електронів, протонів та ін.), а також у результаті процесів, що відбуваються всередині електронних оболонок атомів. Гамма-випромінювання з'являється в результаті процесів, що відбуваються всередині атомних ядер, а також у результаті перетворення елементарних частинок і при гальмуванні швидких заряджених часток [11], [383], [476], [478].

Під радіохвилями розуміють не пов'язане з випромінювачами й каналоутворюючими пристроями електромагнітне поле, що вільно поширюється в просторі у вигляді хвиль із частотою коливань від 10^3 Гц до 10^{16} Гц. Зазначені межі спектра є умовними, відповідно до сучасного рівня науки й техніки. Міжнародним регламентом радіозв'язку весь спектр радіохвиль поділяється на частотні діапазони, які наведені в таблиці 3.1.

Джерелом радіохвиль є антенні пристрої, які, разом з передавачем, приймачем (приймальною антеною) і середовищем поширення (радіотрасою), утворюють радіолінію. На роботу радіоліній, крім умов поширення радіохвиль на трасі, істотно впливають різного роду й походження електромагнітні коливання тих же, що й сигнал, або близьких до них частот, поєднані поняттям радіоперешкоди. Характер радіотраси в значній мірі визначає умови поширення радіохвиль. В однорідному середовищі радіохвилі поширюються прямолінійно з постійною швидкістю й називаються прямими. Зв'язок прямою хвилею (променем) можливий тільки за умови наявності геометричної (прямої) видимості між кореспондентами, має місце на лініях космічного, а за певних умов і радіорелейного зв'язку.

При розташуванні антенних пристроїв безпосередньо біля земної поверхні радіохвилі поширюються уздовж Землі, частково огинаючи її за рахунок дифракції, тому називаються земними або поверхневими. На всій довжині траси відбувається значне, зростаюче зі збільшенням частоти, поглинання через відтік енергії. Зв'язок за допомогою земної хвилі на значні (сотні кілометрів) відстані забезпечується тільки в діапазонах міріаметрових, довгих і частково середніх хвиль. На обмежені десятками й одиницями кілометрів відстані розповсюджуються земні хвилі короткого (КХ) й ультракороткого (УКХ) діапазонів.

При піднятих над земною поверхнею антенах УКХ діапазону поширення радіохвиль відбувається в приземному шарі тропосфери (нижня до висот біля 15 км частина атмосфери), властивості якої роблять на нього істотний вплив, викривляючи зокрема траєкторію радіохвилі. Верхні шари тропосфери,

відрізняючись неоднорідністю електричних властивостей, розсіюють радіохвилі УКХ діапазону, що використовується для дальнього (800 – 1000 км) радіозв'язку на лініях тропосферного поширення (ТП). Радіохвилі, що поширюються на більші відстані внаслідок розсіювання на локальних неоднорідностях тропосфери або її хвильоводної дії, називають тропосферними.

Верхній шар атмосфери (від 60 до 1000 км і більше) характеризується іонізованим станом газів, що входять до нього, завдяки чому має здатність відбивати радіохвилі, довші за 10 м. Відбиті одно- або багаторазово від іоносфери й земної поверхні радіохвилі можуть поширюватися практично на будь-які відстані, що широко застосовується на лініях КХ радіозв'язку.

Як електрично неоднорідне середовище іоносфера також розсіює радіохвилі метрового (30 – 70 МГц) діапазону, що дає можливість використовувати їх для зв'язку на відстані від 800 до 2000 км на лініях іоносферного розсіювання (ІР). Радіохвилі, що поширюються за рахунок відбиття від іоносфери й розсіювання на її неоднорідностях, називають іоносферними або просторовими.

Хвилі метрового діапазону можуть також поширюватися на 800 – 2000 км за рахунок відбиття від іонізованих слідів метеорів. Лінії радіозв'язку, що використовують це явище, відрізняються невисокими потужностями передавачів, слабо направлені, у порівнянні з лініями ІР, антенами й переривчастою роботою.

Вибір способу поширення радіохвиль визначається вимогами, що висуваються до радіолінії, її географічним положенням, економічними міркуваннями. Вплив середовища поширення призводить до додаткового, у порівнянні з вільним простором, ослаблення сигналів і зміни їх форми. Тому при вивченні поширення радіохвиль в контексті професійної спрямованості виникають наступні завдання:

- розрахунок у пункті прийому напруженості поля сигналу й з'ясування умов одержання його максимального рівня;
- вивчення викривлень сигналу, що виникають при поширенні радіохвиль і з'ясування шляхів їхнього зменшення;
- визначення джерел і рівня зовнішніх радіоперешкод, що впливають на приймальну антену.

Це, у свою чергу, вимагає вивчення фізичних й електричних властивостей середовища поширення радіохвиль і фізичних явищ, що при цьому відбуваються. Вивчення доцільно почати з найпростішого випадку поширення радіохвиль у вільному просторі [2], [36], [67], [134], [147], [156], [296].

У рамках даного розділу буде розв'язуватися перше завдання, тобто розрахунок у пункті прийому напруженості поля сигналу й з'ясування умов одержання його максимального рівня. У зв'язку з відмінностями у властивостях поширення ЕМХ різних діапазонів вирішення цього завдання може відрізнятися для різних довжин хвиль. Тому необхідно конкретизувати, що в даному завданні будуть розглядатися хвилі УКХ та оптичного діапазону.

Такий вибір обумовлений тим, що в цих діапазонах ЕМХ в приземній частині атмосфери розповсюджуються практично прямолінійно, і при певних умовах можна знехтувати сферичністю земної поверхні, чого не можна робити для більш довгих хвиль. Враховуючи те, що деякі закономірності поширення радіохвиль, вперше були одержані для світлових хвиль, стає більш очевидним необхідність паралельного розгляду цих діапазонів.

Ультракороткими називаються радіохвилі, коротші 10 м (частота вище 30 МГц). З боку більш низьких частот діапазон УКХ примикає до коротких хвиль, а з боку високих частот межує із довгими інфрачервоними променями. Межа УКХ визначена тим, що для цих хвиль, як правило, не може бути відбиття від іоносфери.

Кожен з піддіапазонів УКХ має свої особливості поширення, але основні положення властиві всьому діапазону. Для зв'язку на УКХ, як правило, застосовують спрямовані антени, підняті над поверхнею Землі на значну висоту порівняно з довжиною хвилі. Поверхню Землі не можна вважати рівною, має місце розсіювання радіохвиль при відбитті, а сантиметрові хвилі зазнають поглинання в тропосфері.

Випадки, що трапляються в практиці поширення УКХ, зручно класифікувати в такий спосіб:

- поширення УКХ на відстані, значно менші за відстані прямої видимості (до 5 – 6 км), коли можна знехтувати сферичністю Землі й вважати її плоскою;
- поширення УКХ на відстані, що не перевищують відстань прямої видимості

(до 50 – 60 км) або ненабагато перевищують цю відстань (до 80 – 100 км).

На цих відстанях істотне послаблення спричинене сферичністю Землі. Тропосферна рефракція здебільшого поліпшує умови прийому, але в той же час призводить до виникнення завмирань;

- поширення УКХ на ті ж відстані, але в гористій місцевості або у великому місті, коли на шляху хвилі є значні перешкоди;

- поширення УКХ (сантиметрових і дециметрових) на більші відстані – до 200 – 1000 км шляхом розсіювання на неоднорідностях тропосфери;

- поширення УКХ (метрових) на відстані понад 1000 км шляхом відбиття від іоносфери й розсіювання на її неоднорідностях.

В однорідному середовищі радіохвилі поширюються прямолінійно, а швидкість їх поширення у середовищах з різними електричними властивостями неоднакова. Практично для радіоприйому це не має значення, тому що середовищем між приймачем і передавачем є повітря або вакуум, а швидкість поширення радіохвиль у них практично однакова. Але перехід радіохвиль із одного середовища в інше (наприклад, у середовище, що є поганим провідником електричного струму) внаслідок зміни швидкості їхнього поширення призводить до заломлення радіохвиль, тобто до зміни напрямку їхнього поширення. Заломлення радіохвиль тим менше, чим вони коротші і тим більше, чим більша різниця між діелектричною проникністю середовищ, що межують [36], [67], [87], [177].

Якщо середовище, у якому поширюються радіохвилі, є провідником електричного струму, то відбуваються втрати енергії на його нагрівання струмами, що виникають. Від гладкої поверхні речовини, що має значну електропровідність, радіохвилі відбиваються; при цьому кут падіння дорівнює куту відбиття. Якщо на поверхні, що відбиває, є нерівності, розміри яких порівняні з довжиною хвилі, то спостерігається розсіювання та відбиття.

Радіохвилі, які випромінюються антеною, можуть поширюватися уздовж земної поверхні (поверхневі радіохвилі) і під кутом до горизонту (просторові радіохвилі). Поверхневі радіохвилі добре огинають (явище дифракції) предмети, що зустрічаються на шляху їхнього поширення, якщо розміри цих предметів менші довжини хвилі. Зв'язок за допомогою поверхневих радіохвиль стійкий, але вони частково поглинаються ґрунтом, оскільки електромагнітна енергія витрачається на нагрівання ґрунту, тому інтенсивність електромагнітних коливань у міру віддалення їх від місця випромінювання знижується. Величина втрат залежить від частоти коливань радіохвиль і провідності ґрунту, чим вища частота й менша провідність ґрунту, тим більші втрати (ступінь загасання поверхневої радіохвилі зростає пропорційно квадрату частоти). У міру віддалення радіохвилі від передавача величина енергії в кожній точці простору зменшується внаслідок розсіювання енергії. Поширення просторових радіохвиль багато в чому залежить від властивостей атмосфери, склад якої неоднорідний.

Під впливом сонячних і космічних променів відбувається іонізація повітря і на більших висотах різко збільшується число вільних електронів. Верхній шар атмосфери називається іоносферою, яка в свою чергу розділена на кілька шарів, у яких ступінь іонізації досягає найбільшого значення. Ці шари розділені областями з меншим ступенем іонізації. Максимальна концентрація від шару до шару підвищується й для верхнього шару може

досягати електронів на кубічний сантиметр. Іонізований шар D розташований на висоті 60 – 80 км (він утвориться тільки в літню пору, удень), шар E – на висоті 100 – 120 км (на межі області з однорідним складом атмосфери й області молекулярного кисню), шар F1 – на висоті 180 – 250 км (нестійкий, обумовлений іонізацією молекулярного азоту), шар F2 – на висоті 250 – 500 км (обумовлений іонізацією атомного кисню). Висота іонізованих шарів і концентрація електронів у них залежать від інтенсивності сонячних променів, від часу доби й пори року. Удень іонізація сильніша, ніж уночі; улітку сильніша, ніж узимку. У періоди найбільшої сонячної активності (періодичність становить 11 років) спостерігається найбільша концентрація електронів у шарах іоносфери. Оскільки зміна висоти шарів іоносфери відбувається через значні відрізки часу, то практично це не заважає прийманню радіосигналів.

Досягши іонізованого шару, радіохвиля заломлюється у напрямку поверхні Землі внаслідок зміни швидкості поширення. Ступінь заломлення залежить від щільності іонізації, від кута падіння просторової радіохвилі та її довжини. Під впливом електромагнітного поля радіохвиль електричні заряди, що перебувають в іоносфері, починають коливатися, зіштовхуватися один з одним. При цьому виділяється тепло, тому в іоносфері відбувається втрата енергії радіохвиль. На відміну від поглинання радіохвиль у землі ступінь поглинання радіохвиль в іоносфері зі збільшенням частоти зменшується, а не зростає.

Зв'язок на УКХ здійснюється поверхневою хвилею, тому що ультракороткі хвилі, крім тих які межують із КХ, не відбиваються від іоносфери. У нижніх шарах атмосфери відбувається сильне затухання УКХ, крім того воно зростає зі зменшенням довжини хвилі. Явище дифракції на сферичній земній поверхні при радіозв'язку на УКХ практично не спостерігається. Тому можна вважати, що УКХ поблизу земної поверхні поширюються прямолінійно, якщо не враховувати впливи неоднорідності тропосфери за своїми електричними властивостями. Але під впливом тропосфери й іоносфери УКХ поширюються значно далі прямої видимості, тому що внаслідок неоднорідності електричних властивостей нижніх шарів атмосфери в них відбувається заломлення УКХ у напрямку до земної поверхні. Це явище називається атмосферною рефракцією. Ступінь заломлення в різних шарах атмосфери різний і зі збільшенням висоти зменшується.

У деяких випадках радіохвилі, які поширюються під невеликим кутом до горизонту, викривляються так, що вони знову доходять до землі, відбиваються від неї, а потім, відбившись від нижніх шарів атмосфери, знову повертаються на землю й т.д. Це явище

називається надрефракцією, а область простору, у якій воно відбувається, називається хвилевідним каналом. У хвилевідному каналі дальність радіозв'язку може в десятки разів перевищувати дальність прямої видимості. Найчастіше умови для виникнення надрефракції створюються при поширенні УКХ із довжиною хвилі коротше 1 м, але іноді при сприятливих умовах можуть створюватися хвилевідні канали й для хвиль метрового діапазону.

У зв'язку з тим, що іоносфера неоднорідна в різних областях через «іоносферні вітри», метеорну іонізацію й інші явища, електромагнітні хвилі, досягаючи цих областей, розсіюються в різних напрямках (у межах деякого кута). Цим пояснюються, наприклад, випадки наддалекого приймання телевізійних передач на відстані декількох тисяч кілометрів. Радіозв'язок, при якому спостерігається це явище, досить стійкий.

На відміну від довгих, середніх і коротких хвиль, затухання яких в атмосфері нехтують, УКХ (особливо сантиметрового й міліметрового діапазонів) помітно поглинаються в тропосфері. Поглинання радіохвиль у тропосфері збільшується зі зменшенням їхньої довжини та збільшенням концентрації пилу й вологи (туман, хмари, дощ, сніг). Поглинання має резонансний характер: найбільше поглинання відбувається на частотах, що збігаються із власними частотами коливань молекул кисню й водяної пари [67], [136], [260], [266], [303], [383].

На радіолінії з УКХ сигналами впливають зміни метеорологічних умов, що й викликає їхнє завмирання. Спостереження показують, що можливі як повільні, так і швидкі завмирання напруженості поля в точці приймання. Повільні завмирання відрізняються за сезонами року й часом доби. Завмирання, що накладаються на них, із тривалістю кілька секунд, часток секунд, але не більше хвилини, відносять до швидких завмирань.

Безпосередніми причинами завмирань можуть бути: ослаблення в гідрометеорах на частотах біля 6 ГГц; зміни вертикального градієнта показника заломлення – рефракційні завмирання; шарові неоднорідності в тропосфері. Глибина завмирань характеризується розподілом миттєвих значень множника ослаблення, тобто часом, протягом якого множник ослаблення більший даного значення. Під час роботи на частотах понад 6 ГГц відсоток часу завмирань сигналу внаслідок ослаблення в гідрометеорах може бути визначений за відомим статистичним розподілом інтенсивності опадів у районі розташування радіолінії з урахуванням частотної залежності затухання радіохвиль у гідрометеорах.

Зміни вертикального градієнта показника заломлення (де n – коефіцієнт заломлення, h – висота) призводять до змін множника ослаблення. В умовах «відкритої» траси завмирання сигналу виникають при потраплянні приймальної антени в область інтерференційних мінімумів множника ослаблення. Положення цих мінімумів залежать від частоти й виявляються досить чутливими до змін рефракції. Тому в цьому випадку завмирання можуть бути порівняно швидкими – тривалістю в кілька секунд або десятків секунд і носити селективний характер. В умовах «напіввідкритої» й «закритої» трас рефракційні завмирання виявляються значно повільнішими й мають слабку частотну залежність, тобто відбуваються практично одночасно в досить широкій смузі частот.

Добові й сезонні зміни величини gn і відповідні їм коливання множника ослаблення викликані нагріванням й охолодженням поверхні Землі, а також зміною теплих і холодних мас повітря на трасі. Добові зміни gn найбільшою мірою виражені влітку при ясній (або малохмарній) погоді. Удень відбувається сильне нагрівання поверхні Землі, а від неї – приземного шару повітря. Виникаючі висхідні й низхідні потоки перемішують повітря, і встановлюється рефракція, близька до нормальної. Увечері перемішування повітря слабшає. Після заходу Сонця приземні шари повітря охолоджуються швидше, ніж верхні. Це призводить до збільшення температури повітря зі збільшенням висоти й посилення позитивної рефракції, коли градієнт gn досягає більших негативних значень, що звичайно супроводжується ростом рівня прийнятого сигналу. Ранком більші негативні значення gn обумовлені тим, що під впливом сонячного нагрівання починається випаровування вологи з поверхні Землі, і в приземному шарі повітря виникає різке падіння вологості зі збільшенням висоти. Удень у міру нагрівання земної поверхні Сонцем і перемішування повітря рефракція знову знижується до нормальної.

Як правило, в теоретичних розрахунках приймається, що рефракція в тропосфері обумовлена лінійним розподілом по висоті коефіцієнта заломлення n . У дійсності вертикальний профіль $n(h)$ виявляється нелінійним й, крім того, змінюється уздовж траси. Для врахування відхилення $n(h)$ від лінійності й мінливості уздовж траси вводиться поняття ефективного вертикального градієнта показника заломлення g_{ne} . Під g_{ne} розуміємо постійний по висоті градієнт показника заломлення, при якому обчислена напруженість поля на трасі збігається з вимірюною. Величина g_{ne} досить повно характеризує зміни напруженості поля, викликані рефракцією. Статистичні розподіли значень g_{ne} різні для різних кліматичних районів і визначаються на основі обробки експериментальних даних про рівень сигналу на трасах.

Для більшої частини території України, за винятком приморських і гірських районів, розподіл g_{ne} задовільно описується нормальним законом, параметри якого – медіана й

стандартне відхилення

Поняття ефективного градієнта показника заломлення зручне тим, що воно дає змогу визначити ймовірність перевищення того або іншого значення множника ослаблення по межах зміни g_{ne} .

Відбиття радіохвиль від неоднорідностей шарів тропосфери призводить до інтерференційних швидких завмирань сигналу, які задовільно описуються релеєвським законом розподілу.

Для появи глибоких завмирань різниця ходу між прямою й відбитою від шару хвилями повинна становити приблизно $\lambda/2$. При відбитті від шару в середині траси (відносна координата $S = 0,5$) така різниця ходу виникає при висоті шару $H = 2S \cdot R$. Тоді умова появи завмирань при відбитті від неоднорідностей шарів тропосфери подається в такому вигляді: $2H \cdot \cos \theta = \lambda/2$, де θ –

перепад діелектричної проникності. Шари з меншими перепадами Δn утворюються частіше, тому ймовірність появи швидких інтерференційних завмирань зростає зі зменшенням довжини хвилі й збільшенням довжини траси.

Виміри показали, що статистичний розподіл g_{ne} задовільно описується нормальним законом зі стандартним відхиленням σ і медіанними значеннями m для сухопутних і приморських трас.

На трасах із більшими просвітами й різними висотами розташування антен (морські й високогірні траси, траси зв'язку з повітряними об'єктами і т. п.) завмирання виникають внаслідок екранування прямої хвилі неоднорідностями й інтерференції перевипромінених ними хвиль [234], [234], [323], [467].

Розглянуті завмирання носять випадковий характер, тому точно передбачити їх для окремого випадку майже неможливо. Як правило, для врахування їх впливу на системи зв'язку перед їх розгортанням проводять експериментальні виміри у місці майбутнього встановлення. Із цих же причин, враховуючи фактори, що впливають на розповсюдження радіохвиль, не враховується завмирання, викликане неоднорідностями тропосфери, але при цьому необхідно пам'ятати, що в реальних умовах додатково враховується запас на завмирання – різниця між рівнями сигналу на вході приймача при вільному просторі, та граничним значенням, при якому гарантується працездатність приймача. Також завмирання можуть виникати внаслідок багатопроменевості розповсюдження сигналу, що особливо помітно при зв'язку з рухомими об'єктами. При зв'язку ж із стаціонарно розташованими об'єктами уникнути впливу таких завмирань можна, просто переставивши антену в інше місце.

Реалізація принципу професійної спрямованості розглянутих аспектів поширення електромагнітних хвиль неможлива без застосування інформаційних технологій навчання. Інформаційні і телекомунікаційні дидактичні засоби навчання, які використовуються при навчанні фізики студентів-телекомунікаційників технічних вищих навчальних закладів, не дають можливості організувати діяльність по застосуванню фізичних знань в ситуаціях, які значимі для майбутньої професійної діяльності. Коріння проблеми пролягає у кількох аспектах:

- недостатньою розробленістю питань оволодіння способами застосування фізичних знань в майбутній професійній діяльності;

- незначною кількістю розроблених інформаційних і телекомунікаційних дидактичних засобів навчання;
- суттєвим відставанням цих дидактичних засобів від вимог, які висуває сучасний стан телекомунікаційної техніки та технологій.

3.2. Створення комп'ютерних моделей для дослідження властивостей поширення електромагнітних хвиль з використанням навчально-методичного комп'ютерного комплексу «eФізика»

Стратегія використання комп'ютера як засобу навчання фізики на основі діяльнісного підходу вимагає виконання таких умов:

1. Комп'ютерні системи навчання повинні органічно входити у цілісну навчальну діяльність з урахуванням усіх її складових (особливо з урахуванням навчальних дій і операцій).
2. Комп'ютерні системи навчання повинні створюватися на основі попереднього аналізу змісту навчального фрагменту з фізики.
3. Кожна навчальна програма повинна створюватися стосовно до засвоєння змісту на мові способів навчальної діяльності, притаманних фізиці. Це дає можливість конструювати навчальну й контролюючу діяльність за принципом – від засвоєння найпростіших способів навчальної діяльності до контролю за оволодінням їх складною сукупністю.
4. Окремі види навчальних програм з фізики повинні використовуватися для діагностики рівня сформованості способів навчальної діяльності, а також для контролю й оцінювання (в тому числі і текстового) результатів засвоєння певних груп способів навчальної діяльності, необхідних для теоретичних узагальнень.
5. Врахування особливостей навчання фізики, передусім широке залучення фізичного експерименту, передбачає використання комп'ютера як невід'ємної складової фізичних установок [36], [209], [211].

Для забезпечення організації навчального процесу відповідно до концепції і моделі підготовки майбутнього фахівця телекомунікацій необхідно реалізувати компоненти програмних дидактичних засобів, які виконують наступні функції:

- авторизації,
- маршрутизації,
- самостійного вивчення курсу (список рекомендованої літератури, посилання на сайти з інформацією, відкритими лекційними заняттями, електронні підручники, лекції по фізиці),
- навчального посібника,
- курсу лекцій,
- розв'язування задач,
- здійснення поопераційного контролю рівня засвоєння знань,
- підготовки, проведення та захисту лабораторних робіт,
- здійснення комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів.

Запропонована модель навчальної діяльності, яка використовує інформаційні та комунікаційні технології і можливості навчально-методичного комп'ютерного комплексу «eФізика» у навчанні студентів телекомунікаційних спеціальностей, враховує варіативність та індивідуальність навчання і направлена на розвиток пізнавальної самостійності студентів.

Для визначення, яким чином середовище впливає на розповсюдження електромагнітних хвиль, використовується розроблений комп'ютерний навчальний комплекс «eФізика». Усі розрахунки проводяться автоматично спеціалізованими програмами, які вбудовано в комплекс. По суті програми будуть розраховувати множник ослаблення сигналу, на основі якого можна визначити напруженість або інтенсивність поля у заданій точці. Зважаючи на велику кількість факторів, що впливають на розповсюдження електромагнітних хвиль, і той факт, що нас цікавитимуть ЕМХ як радіо- так і оптичного діапазону, програм для розрахунку було складено декілька. Кожна програма, що написана на мові програмування Delphi (Object Pascal), вирішує свій клас завдань, які характеризуються

умовами розповсюдження, діапазоном ЕМХ.

На сьогодні існує велика кількість різноманітних інтегрованих середовищ розробки (ІСР) програмного забезпечення (від англ. Integrated Development Environment, IDE). Кожне з них призначене для розробки на певній мові програмування, хоча існують і мультимовні середовища. Тому перед початком написання програм необхідно зробити вибір, якою мовою писати і яке ІСР під цю мову підібрати [36], [222], [235], [267], [456].

У першу чергу треба обрати мову програмування, якою будуть розроблятися програми. Для спрощення завдання вибору мови, складемо порівняльну таблицю, в яку запишемо альтернативи та основні характеристики. У цю ж таблицю занесемо і основні характеристики інтегрованих середовищ розробки.

Порівнювати будемо за такими параметрами:

- складність вивчення – один з найважливіших, на мою думку, факторів. Існують мови програмування з дуже широкими можливостями, але дуже складні для розуміння і, як правило, будь-яка програма не використовує усіх можливостей мови, на якій пишеться, тому вивчення складної мови програмування для написання відносно простих програм є недоцільним;

- наявність засобів об'єктно-орієнтованого програмування (ООП). ООП – важлива складова програмування, що набуває все більшого поширення. В об'єктно-орієнтованому програмуванні структури даних й алгоритми інтегровані в модулі, які часто називають класами. ООП часто контрастує із процедурним програмуванням (яке використовує поділ алгоритмів і структури даних). Це не залежить від мови: ви можете здійснювати ООП на мовах, що зараховують не до об'єктно-орієнтованих; а програмування в процедурному стилі – на мовах, що зараховують до ОО;

- існуючі ІСР для мови. Крім переліку назв середовищ розробки варто вказати такі їх характеристики, як: наявність засобів візуальної розробки, для якої платформи підтримується програмування, відповідність концепції швидкої розробки додатків. Наявність засобів візуальної розробки значно спрощує розробку графічного інтерфейсу користувача (від англ. graphical user interface, GUI). Серед середовищ, які будуть розглядатися, всі матимуть такі засоби, тому окремо наголошувати на цьому не будемо, але на їх наявність слід звертати особливу увагу. Концепцію візуального програмування пов'язують із концепцією швидкої розробки додатків (від англ. rapid application development, RAD), яка спрямована на максимально швидке створення програмістом комп'ютерних програм;

- приклади – тут будуть вказані області найбільшого застосування мови програмування. Звісно можливі й інші варіанти застосування, але вказуватися будуть тільки ті, які найбільш яскраво виражені.

Вибір мови програмування буде проводитися тільки серед мов високого рівня. Використання мов низького рівня для розв'язку будь-яких прикладних задач є недоцільним. У таблиці 3.2 наведені основні мови програмування, що використовуються на сьогодні.

Таблиця 3.2

Порівняння мов програмування

Назва мови	Складність	Наявність ООП	Інтегровані середовища розробки	Приклади
Basic	легкий	так	MS Visual Basic, MS Visual Studio, VBA	Вбудована мова для написання макросів
Delphi	відносно легкий	так	Borland Delphi, Borland developer Studio, Kylix	Розробка прикладного ПЗ, баз даних
C/C++	дуже складний	C – ні C++ – так	MS Visual Studio, Borland C++ Builder	Системне програмування
Java	складний	так	MS Visual Studio, Borland JBuilder	Написання аплетів, серверного ПЗ. Програмування побутової електроніки

На основі даної таблиці можна дати коротку характеристику мов програмування і обрати ту, яка більше підходить для виконання поставленого перед нами завдання.

Мова Basic була розроблена в 1963 професорами Дартмутського коледжу Томасом Куртом та Джоном Кемені і призначалася для навчання програмуванню студентів. Піком популярності даної мови був період появи персональних, але ще не дуже швидкодіючих, комп'ютерів. У кінці 1980-х років стало очевидно, що мова є досить незручною для програмування на сучасних потужних комп'ютерах. Нове життя Basic отримав завдяки зусиллям Microsoft, яка розробила WordBasic (прообраз VBA). VBA є інтерпретаційною мовою, яка може виконуватися тільки в рамках програми, в яку вона вбудована. Незважаючи на досить широке поширення, ця мова не рекомендується для написання самостійних проектів, а тим більше складних.

C/C++ є абсолютною протилежністю Basic. Мова програмування C – стандартизована процедурна мова програмування, розроблена на початку 1970-х років співробітниками Bell Labs Кеном Томпсоном і Денісом Рітчі як розвиток мови B. Мова C створювалася спеціально для системного програмування в UNIX системах. Під час її створення намагалися задовольнити вимоги максимальної ефективності написаних програм, не зважаючи при цьому на складність розуміння самої мови. Характерною рисою мови є мінімалізм і її називають мовою середнього рівня, а іноді навіть мовою низького рівня, через значну близькість до роботи реальних пристроїв. Саме цей факт впливає на те, що код, написаний цією мовою, може бути скомпільований практично без змін на будь-якій платформі. Мова C++ є продовженням розвитку C, тому будь-який код на мові C буде компілюватися компілятором C++. Основною особливістю C++ від C є наявність ООП. Незважаючи на значну складність і орієнтацію на системне програмування, обидві мови мають досить велику популярність і при написанні прикладного програмного забезпечення. На сьогодні існує дуже багато компіляторів і ІСР під дану мову для будь-яких платформ. Синтаксис мови C став основою для розвитку багатьох інших мов програмування (мов із C-подібним синтаксисом). Основним недоліком для використання цієї мови є її значна складність [36], [342], [357], [444], [456].

Java – об'єктно-орієнтована мова програмування, розроблена компанією Sun Microsystems у 1991 році й офіційно випущена 23 травня 1995 року. На початку нова мова програмування називалася Oak і розроблялася для побутової електроніки, але згодом була перейменована в Java і стала використовуватися для написання аплетів, додатків і серверного програмного забезпечення. Програми на Java можуть бути трансльовані в байт-код, що виконується на віртуальній Java-машині (JVM) – програмі, яка обробляє байтовий код і передає інструкції обладнанню. Вона працює як інтерпретатор, але з тією відмінністю, що байтовий код на відміну від тексту обробляється значно швидше. Перевага подібного способу виконання програм – у повній незалежності байта-коду від ОС й устаткування, що дає змогу виконувати Java додатки на будь-якому пристрої, який підтримує віртуальну машину. Java належить до мов програмування з C-подібним синтаксисом, тому також є досить складною.

Delphi – мова програмування, раніше відома як Object Pascal, розроблена фірмою Borland, яка реалізувала її у пакеті Borland Delphi. Від цього пакету вона й одержала в 2003 році свою нинішню назву. По суті Delphi є спадкоємицею мови Pascal (Паскаль) з об'єктно-орієнтованими розширеннями. Мова була призначена винятково для розробки додатків Microsoft Windows, потім була реалізована також для платформ Linux (Kylix). Реалізація мови Delphi проектом Free Pascal дає можливість використати його для створення додатків для таких платформ, як Mac OS X, Windows CE й Linux. Оскільки основа Delphi – мова Pascal, розроблялася для навчання студентів, то її складність незначна. Мова набула досить широкого розповсюдження для написання прикладних програм. Головною перевагою можна назвати її простоту і досить широкі можливості. Саме ця мова була обрана для написання моделюючих програм в рамках даного проекту.

Мова Паскаль являє собою квінтесенцію технологій програмування середини 60-х – епохи створення структурного програмування. Мова була популярна в університетському середовищі Європи (у тому числі й у Радянському Союзі). Однак бідна й не цілком вдала система вводу/виводу й відсутність підтримки розбивки програм на модулі не дали можливості в той час Паскалю вийти за межі навчальних аудиторій. Але прозора й потужна мова послужила основою для багатьох експериментів в області мов програмування. На

початку 80-х років з'явилася система програмування Turbo Pascal фірми Borland, у якій використовувався розширений діалект мови Паскаль із удосконаленою системою вводу/виводу й підтримкою модулів. Саме цей діалект мови й став найпоширенішим, тому що міг бути використаний у створенні сучасних додатків. Наприкінці 80-х років у діалект мови Паскаль від Borland були додані об'єктно-орієнтовані розширення, а 1992 року Borland Pascal став підтримувати програмування для MS Windows. При цьому Паскаль зберіг простоту й виразну міць навчальної мови.

Об'єктно-орієнтовані засоби мови Паскаль пройшли великий шлях від найпростіших об'єктних розширень в TurboPascal 5.5 до сучасної об'єктної моделі Delphi, що не програє за своїми потенційними можливостями жодній об'єктно-орієнтованій мові. Об'єктна модель Delphi підтримує всі засоби які можуть знадобитися при ООП. Крім того, Delphi підтримує об'єктні технології Microsoft, а отже може використовуватись для створення додатків і компонент COM/DCOM, а в останніх версіях й dotNET.

Але основною перевагою мови Delphi є її середовище програмування з візуальним конструктором програм. Це середовище (разом з об'єктною бібліотекою VCL (Visual Component Library)) дає можливість ефективно програмувати під MS Windows.

З погляду професійного програміста не менш важливо те, що Delphi має високорозвинені засоби для роботи з базами даних та дає змогу ефективно створювати додатки, що працюють із ними.

Для написання програм мовою Delphi, було обрано ICP Borland Delphi 7 – це інтегроване середовище розробки ПО фірми Borland. Delphi є середовищем RAD, що розроблене відповідно до концепції візуального програмування. Бібліотека візуальних об'єктів Borland одержала назву VCL.

Нижче приводяться основні характеристики мови програмування Delphi та ICP, обраного для розробки додатка. Delphi – це комбінація декількох найважливіших технологій:

- високопродуктивний компілятор у машинний код;
- об'єктно-орієнтована модель компонентів;
- візуальна (а отже і швидкісна) побудова додатків із програмних прототипів;
- масштабовані засоби для побудови баз даних.

Компілятор, убудований в Delphi, забезпечує високу продуктивність, необхідну для розробки додатків. Ще до компіляції розробник бачить результати своєї роботи, бо їх можна переглядати на формі після підключення до джерела даних, можна переміщуватися по даних, подати їх у тому або іншому вигляді. Основний акцент об'єктно-орієнтованої моделі програмних компонентів в Delphi робиться на максимальному використанні коду. Це дає можливість розробникам будувати додатки досить швидко із заздалегідь підготовлених об'єктів, а також дає їм можливість створювати свої власні об'єкти для середовища Delphi. Розробники мають доступ до тих же об'єктів та інструментів, які використовувалися для створення середовища розробки. Тому немає ніякої різниці між об'єктами, що постачають Borland або треті фірми, і об'єктами, які ви можете створити самі.

Середовище Delphi містить у собі повний набір візуальних інструментів для швидкісної розробки додатків VCL, що містить у собі стандартні об'єкти побудови інтерфейсу користувача, об'єкти керування даними, графічні, мультимедіа, діалоги й об'єкти керування файлами. Завдяки відкритій компонентній архітектурі додатки, виготовлені за допомогою Delphi, працюють надійно й стійко. Оскільки Delphi має повністю об'єктну орієнтацію, розробники можуть створювати свої об'єкти для того, щоб зменшити витрати на розробку.

Програмісти можуть розробляти програми, і їм не потрібно для цього вивчати особливості опису подій в Windows. Delphi повністю підтримує передові програмні концепції, включаючи інкапсуляцію, спадкування, поліморфізм і керування подіями. Ця мова володіє наймогутнішим, убудованим у редактор графічним відладчиком, що дає можливість знаходити й усувати помилки в коді. Можна встановлювати точки зупинки, перевірити й змінити змінні, а за допомогою покрокового виконання детально зрозуміти поведінку програми, у випадку необхідності більш тонкого налаштування.

Компоненти, які використовувались під час розробки в Delphi, вбудовані в середовище розробки і являють собою набір типів об'єктів, що використовуються як фундамент для побудови програмного забезпечення. Ключовою особливістю Delphi є можливість не тільки використання

візуальних компонентів для розробки додатків, але й створення нових компонентів. Така можливість дозволяє розробникам не переходити в інше середовище розробки, а навпаки, вбудовувати нові інструменти в існуюче середовище. Крім того, можна поліпшити або повністю замінити існуючі за замовчуванням в Delphi компоненти. Класи об'єктів побудовані у вигляді ієрархії, що складається з абстрактних, проміжних, і готових компонентів.

У Delphi 7 можна створювати проекти різного виду: консольні та звичайні додатки Windows, нові компоненти, пакети компонентів, нові форми, DLL – бібліотеки та ін. Пакет Delphi призначений для розробки громіздких програм, які незручно розміщати в одному файлі.

До складу проекту звичайного додатку Windows, розроблювального в Delphi 7, обов'язково входять файли з наступними розширеннями:

- .dpr – головний файл проекту. Містить вихідний код ініціалізації й створення форм;
- .pas – файли програмних модулів, що містять вихідний код мовою Object Pascal. Для кожної форми, що входить до складу проекту, створюється окремий програмний модуль;
- .dfm – файли форм. Практично всі операції, виконувані в конструкторі форм при візуальній розробці, записуються у файл форми відповідного програмного модуля;
- .res – файл ресурсів проекту. Містить піктограму, що потім зберігається у виконуваному файлі додатку, та інші ресурси.

Після збереження й компіляції проекту, в одному каталозі з ним створюється ще кілька файлів, які є допоміжними.

Описані вище програми не становлять окремих розрізнений продуктів. Вони об'єднані в один комплекс, який складається ще з ряду додаткових програм і носить назву «еФізика». У комплекс увійшли дві великі основні групи програм – це моделюючі програми, та програми для проведення вимірювань за допомогою спеціально розроблених для цього пристроїв, що підключаються до комп'ютера. Крім того, в пакет програм входить вбудований браузер, що дає можливість розміщувати усю документацію по роботі з комплексом та навчально-методичну інформацію у форматі html. Зокрема в комплекс входить необхідна для виконання лабораторних робіт теоретична інформація та інструкції для виконання. Для контролю та самоконтролю якості засвоєння навчального матеріалу в комплекс також була додана програма для тестування, і окремим продуктом – редактор для написання тестів (рис. 3.1).

Комплекс «еФізика» складається з головного вікна, яке забезпечує доступ до всіх програм комплексу, та всієї необхідної навчально-методичної інформації. Стартовим вікном є домашня сторінка, на якій розміщений веб-документ з інформацією про розвиток фізики.

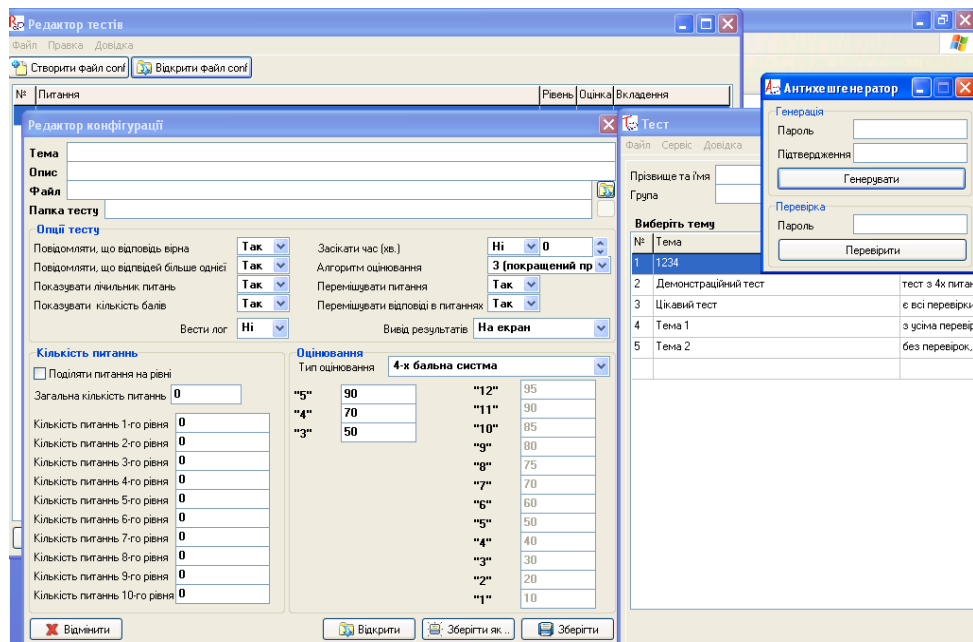


Рис. 3.1. Блок тестуючи програм комплексу «еФізика»

Одним із головних способів застосування комплексу є проведення різних типів занять з фізики. Спеціально для цієї мети в комплекс було вбудовано інструмент для керування лабораторними

роботами. Він становить собою вікно браузера, на якому містяться додаткові кнопки навігації, що призначені для швидкого переходу між різними інструментами, необхідними для проведення заняття. Зокрема є можливість перегляду опису лабораторної роботи, інструкції з її виконання, та, найголовніше, є кнопки виклику відповідних моделюючих програм та програм для вимірювання [36], [234].

Розглянемо детально, з яких елементів складається комплекс:

1. Головне вікно.
2. Домашня сторінка.
3. Вікно для лабораторних робіт.
4. Браузер для теоретичної та навчально-методичної інформації у форматі html.
5. Програми для моделювання:

- Геометрична оптика. Закон Брюстера.
- Поляризація світла. Закон Малюса.
- Дифракція світла на решітці та щілині.
- Додавання однаково напрямлених коливань. Биття.
- Додавання взаємно перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу.
- Властивості розповсюдження ЕМХ.
- Вивчення електронного осциллографа.
- Дослідження термоелектронної емісії.
- Реальні та ідеальні гази.
- Балістика.

6. Програми для проведення вимірювань:

- Дослідження електростатичного поля.
- Дослідження залежності напруги на клеммах джерела струму від сили струму в колі при постійній ЕРС.

- Вивчення електронного осциллографа.
- Дослідження однофазного трансформатора.
- Дослідження затухаючих електромагнітних коливань.
- Геометрична оптика. Закон Брюстера.
- Вивчення закону Малюса.
- Визначення енергії активації напівпровідника.
- Дослідження зміни провідності електронно-діркового переходу від температури.
- Дослідження світловипромінюючого діода.
- Дослідження залежності опору напівпровідника від температури.
- Дослідження ЕРС термопари.
- Дослідження фоторезистора.
- Вимірювання температури. Термостатування.

Розберемо більш детально всі частини комплексу.

1. Головна форма – це робоча область для всіх інших додатків, що входять до комплексу.

Комплекс побудований за допомогою технології Multiple Document Interface (MDI), що дає можливість в рамках одного проекту працювати з декількома функціями. На цій формі знаходиться головне меню, за допомогою якого можна керувати усім комплексом «eФізика».

2. Домашня сторінка по своїй суті є заставкою, розробленою на основі технології WEB 2.0. На ній розміщений веб-документ, який містить загальну інформацію про історію розвитку фізики. Наповнення цього контенту доступне усім учасникам освітнього процесу та зацікавленим особам. Загальний вигляд домашньої сторінки показано на рис 3.2.

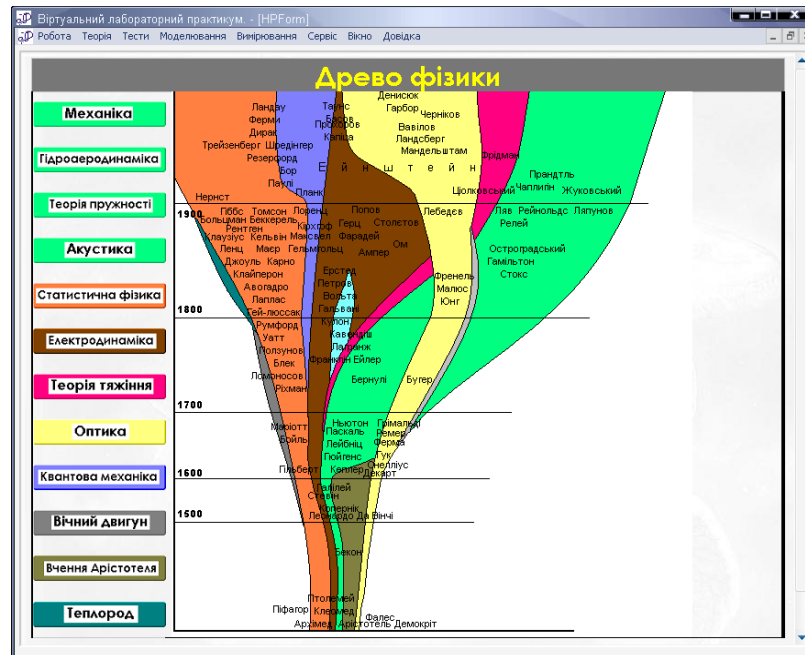


Рис. 3.2. Загальний вигляд домашньої сторінки

3. Вікно для лабораторних робіт – це спеціальний інструмент, що надає засоби більш зручного доступу під час підготовки та проведення занять (рис. 3.3).

Рис. 3.3. Вікно для лабораторних робіт

У даному вікні може відображатися гіпертекстова інформація, що стосується обраної лабораторної роботи, а також звідси можна викликати відповідну програму для моделювання або вимірювання.

4. Браузер для теоретичної та іншої навчально-методичної інформації виконує функції сторінки «Теорія» (рис 3.4). Він є універсальним браузером для html документів, і в ньому можна відобразити будь яку необхідну інформацію, що певним чином стосується комплексу. Для зручності в нього фіксовано занесені посилання на деякі документи.

5. Програми для моделювання – це комп'ютерні моделі, кожна з яких розроблена спеціально для дослідження певного закону чи властивостей. Вони можуть використовуватися для візуалізації складних процесів, як засіб для розв'язування певних фізичних задач, для перевірки отриманих на досліді результатів, вивчення принципів дії теоретичних законів.

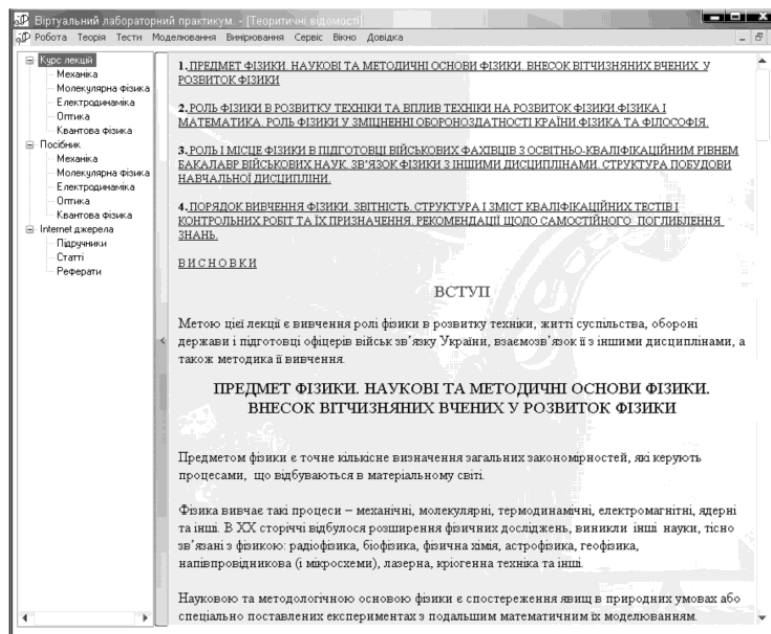


Рис.3.4. Браузер для теоретичної інформації

6. Програми для проведення вимірювань – це програми, що працюють із спеціальними цифровими вимірювальними приладами, які підключаються до комп'ютера через послідовний або паралельний інтерфейси. Зняті цими приладами величини (в залежності від типу установки) передаються в комп'ютер, де обробляються програмою і виводяться на екран. Залежно від досліду отримані результати можуть виводитися у вигляді таблиці, або будуються відповідні графіки.

Відчутною перевагою програми є забезпечення користувачів можливістю самостійно керувати змістом та об'ємом освітнього контенту комплексу «еФізика» (технологія WEB 2.0) [78]. Причому ця можливість може бути реалізована як для лабораторних робіт і теоретичної інформації, так і для будь-якого іншого контенту.

Для додавання нової лабораторної роботи у програмний комплекс необхідно внести зміни у два відповідні файли з розширеннями *.m та *.LRF. Перший файл, який має розширення *.m, призначений для створення пункту меню в діалоговому вікні програми. В залежності від того, до якого розділу фізики належить лабораторна робота, вносити зміни треба буде в один із наступних файлів:

- m1.m – Механіка
- mf2.m – Молекулярна фізика
- ed3.m – Електродинаміка
- o4.m – Оптика
- kf5.m – Квантова фізика.

Структура цих файлів однакова. Запис для однієї лабораторної роботи складається з чотирьох рядків:

- назва пункту меню;
- ім'я файлу з описом текстових матеріалів до роботи (відносно кореневої теки програми);
- номер моделі (якщо такої нема, то треба писати «0»). Номери всіх моделей є в додатковому файлі опису);
- шлях до файлу із програмою для вимірювання (відносно теки VLR, в якій знаходяться всі програми для проведення вимірювань комп'ютерним вимірювальним комплексом).

Записи для різних лабораторних робіт ніяким чином не розділяються, тому важливо робити записи у файлі правильно, без зайвих пробілів та порожніх рядків.

Приклад запису:

Поляризація світла. Закон Малюса
malus.lrf

\malus\malus.exe

Другий файл, що має розширення *.LRF і в який треба вносити зміни, містить список сторінок, які відображатимуться в описі до лабораторної роботи. Він складається із восьми пунктів, що відповідають кнопкам у меню лабораторної роботи, тобто:

- тема і мета;
- прилади і матеріали;
- завдання;
- теоретичні відомості;
- опис лабораторної установки;
- етапи виконання роботи;
- порядок виконання роботи;
- контрольні запитання.

Відповідні html сторінки мають знаходитися у теці Data головної програми. Назви файлів розміщуються один під одним, кожен з нового рядка, без зайвих пробілів і порожніх рядків.

Додавання іншої навчальної та навчально-методичної інформації відбувається подібним чином, що дає можливість навіть недосвідченим користувачам комп'ютера здійснювати цю операцію. HTML сторінки для пунктів «Робоча програма», «Модульний план», «Критерії оцінювання» мають знаходитися в теці aData, і мати назви відповідно n1.htm, n2.htm, n3.htm. Ці файли можуть бути повноцінними веб-сторінками і в них можуть створюватися посилання на інші сторінки. Аналогічним чином організована структура теоретичних відомостей, але ці файли мають знаходитися в теці Data. Відповідно до стандартних пунктів форми мають бути створені наступні файли:

- Курс лекцій – hp1.htm
- Механіка – 11.htm
- Молекулярна фізика – 12.htm
- Електродинаміка – 13.htm
- Оптика – 14.htm
- Квантова фізика – 15.htm
- Посібник – hp2.htm
- Механіка – 21.htm
- Молекулярна фізика – 22.htm
- Електродинаміка – 23.htm
- Оптика – 24.htm
- Квантова фізика – 25.htm
- Internet джерела – websrc.htm
- Підручники – 31.htm
- Статті – 32.htm
- Реферати – 33.htm.

Вище було зроблено детальний огляд трьох програм, які призначені для дослідження властивостей розповсюдження ЕМХ, але ці програми не єдині, що увійшли у комплекс. Коротко розглянемо інші моделі.

Програма «Дифракція світла на решітці та щілині» призначена для моделювання явища дифракції хвиль оптичного діапазону на дифракційних решітці та щілині. Загальний вигляд програми зображений на рис 3.5. Програма дає можливість отримувати візуальне зображення дифракційної картини на екрані, розташованому на відстані 1 м від дифракційної решітки. Вхідними даними для програми є довжина хвилі, період решітки, ширина щілини, кількість щілин. Замість довжини хвилі в нанометрах можна вибрати колір світла із списку. Крім того, можна визначити кут, на який відхиляється максимум заданого порядку.

Так як щілини знаходяться одна від одної на однакових відстанях, то різниця ходу променів, що йдуть від двох сусідніх щілин, будуть для даного напрямку ϕ однакові в межах усієї дифракційної решітки:

де Δl – різниця ходу променів.

Далі, знаючи різницю ходу хвиль та довжину хвилі, можна, перевіряючи умову

визначити наявність максимуму. Оскільки дифракційна картина по суті є результатом інтерференції вторинних хвиль, що виходять від сусідніх щілин, то інтенсивність можна визначати за принципом суперпозиції за формулою

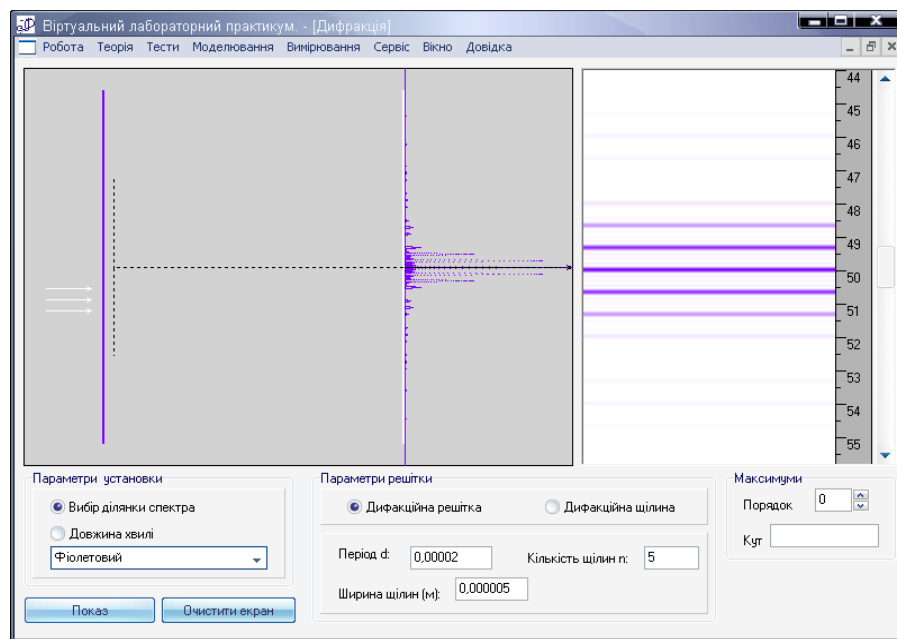


Рис 3.5. Інтерфейс моделі «Дифракція світла на решітці та щілині»

Так як щілини знаходяться одна від одної на однакових відстанях, то різниця ходу променів, що йдуть від двох сусідніх щілин, будуть для даного напрямку ϕ однакові в межах усієї дифракційної решітки:

де Δl – різниця ходу променів.

Далі, знаючи різницю ходу хвиль та довжину хвилі, можна, перевіряючи умову

визначити наявність максимуму. Оскільки дифракційна картина по суті є результатом інтерференції вторинних хвиль, що виходять від сусідніх щілин, то інтенсивність можна визначати за принципом суперпозиції за формулою

Призначення програми «Додавання однаково напрямлених коливань. Биття» – моделювання додавання коливань за допомогою осцилографа, але на відміну від останнього в програмі можна чітко виставити початкові фази коливань. Інтерфейс програми наведено на рис. 3.6.

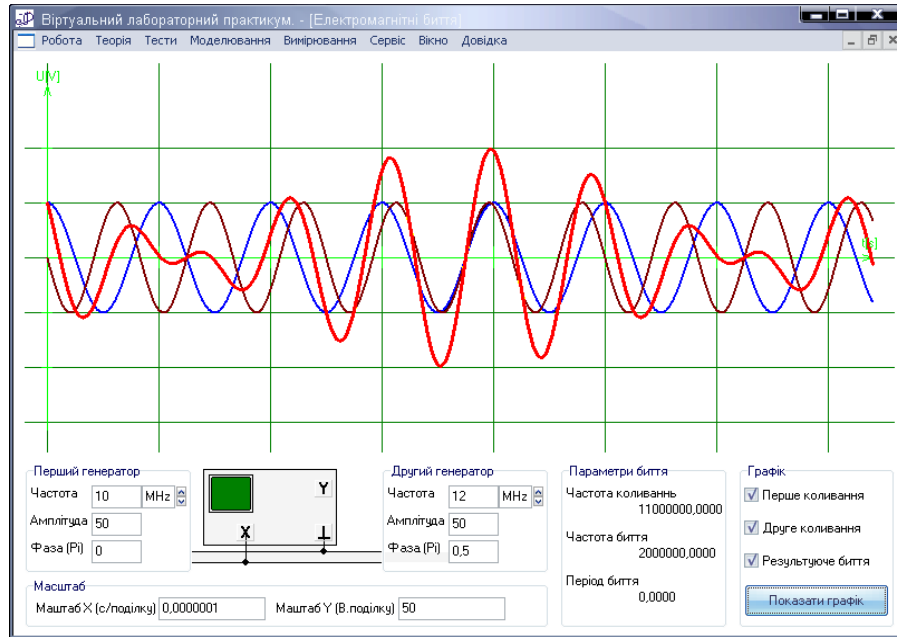


Рис. 3.6. Додавання однаково напрямлених коливань. Биття

Вхідними даними для неї є частоти першого та другого коливань, їх амплітуди та фази. Необхідно також задати масштаб по осях X (секунд на поділку) та Y (вольт на поділку). Крім графічного зображення биття програма виводить такі параметри як: частота коливань, частота биття, період биття.

Для побудови графіка биття використовується додавання миттєвих значень амплітуд сигналів вигляду:

Частота биття визначається із виразу:

А частота коливань в биттях:

Програма «Додавання перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу» (рис. 3.7) може імітувати реальне зображення на екрані осцилографа, при поданні на його входи X та Y двох коливань. Зсув фаз між сигналами можна покроково змінювати, добиваючись необхідного зображення фігури, що досить важко домогтися на реальному осцилографі. У той же час модель дає змогу імітувати динамічну зміну фази коливань, що приводить зображення в рух.

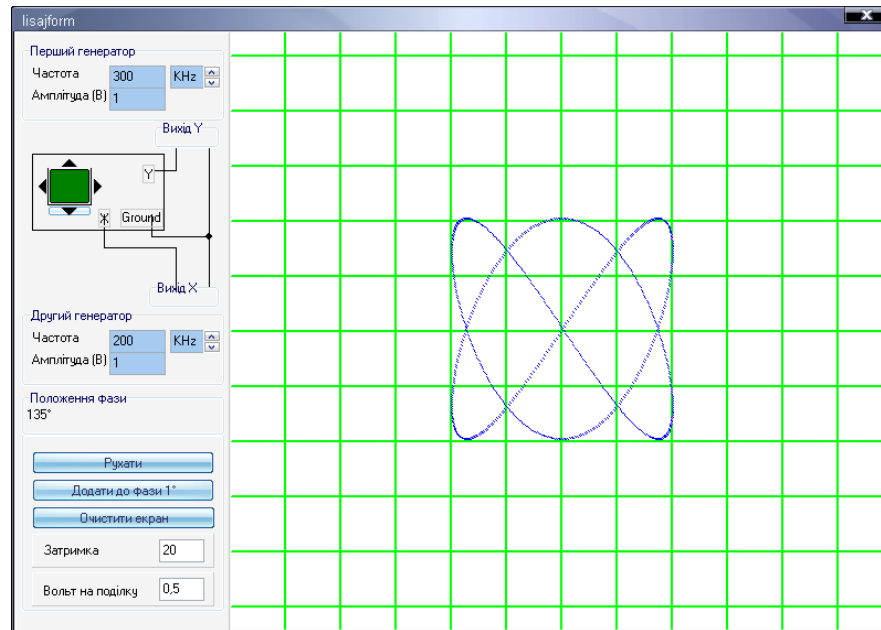


Рис 3.7. Додавання перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу

Вхідними даними для моделі є частоти двох коливань та їх амплітуди, також необхідно визначити ціну поділки.

Розроблена нами віртуальна лабораторна робота «Перевірка газових законів» дає можливість проводити віртуальні дослідження залежності змін макропараметрів газів. Таке доповнення дає можливість активізувати пізнавальну діяльність студентів та курсантів шляхом більш наочного подання газових законів у графічному вигляді, наводити приклади залежностей макропараметрів, наводити контрприклад та створювати проблемні ситуації, організувати самостійну роботу з вивчення даної теми [34], [35], [36], [50], [56], [59], [65], [389], [390], [391], [400], [408], [413], [422].

Інтерфейс програми (рис. 3.8), написаної мовою Delphi 6.0, дає можливість отримувати графіки стану реального та ідеального газу у координатах $p = f(V)$, $p = f(T)$, $V = f(T)$, порівнювати ці залежності за однакових умов.

При виборі кожного з графіків для введення пропонуються необхідні параметри, наприклад, для $p = f(V)$ необхідними параметрами є маса і температура, тоді як тиск і об'єм – непотрібні і стають неактивними. Програма дає можливість обирати реальні гази зі списку, отримувати критичні параметри і, змінюючи їх, спостерігати, яким чином газ зі стану реального наближається до ідеального.

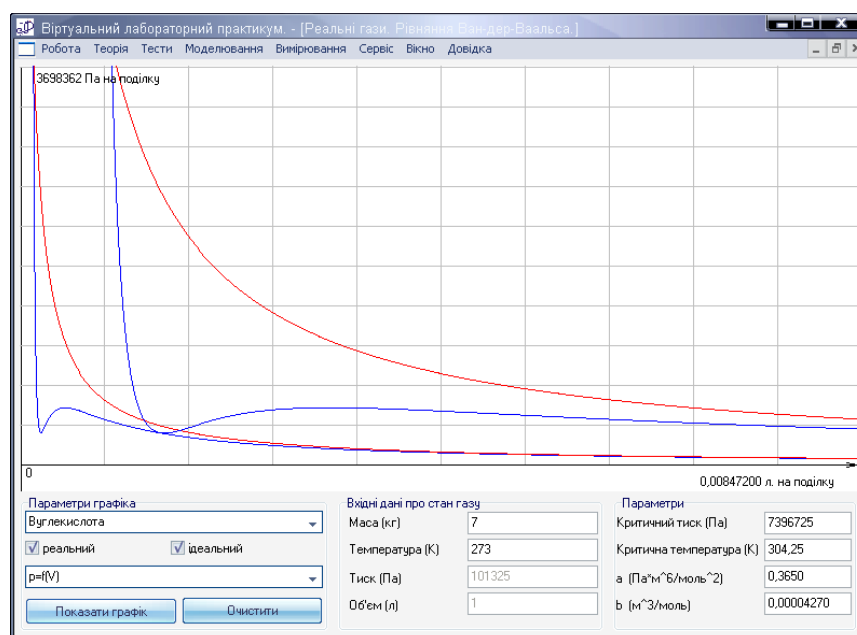


Рис. 3.8. Інтерфейс програми „Ідеальні та реальні гази»

Запропонований нам підхід до вивчення ідеального та реальних газів сприяє подоланню формального підходу до фізики, свідомому ставленню до предмета і формулюванню навичок абстрактного та логічного мислення.

Програма «Балістичний рух» дає можливість моделювати рух тіла під дією сили тяжіння (рис. 3.9).

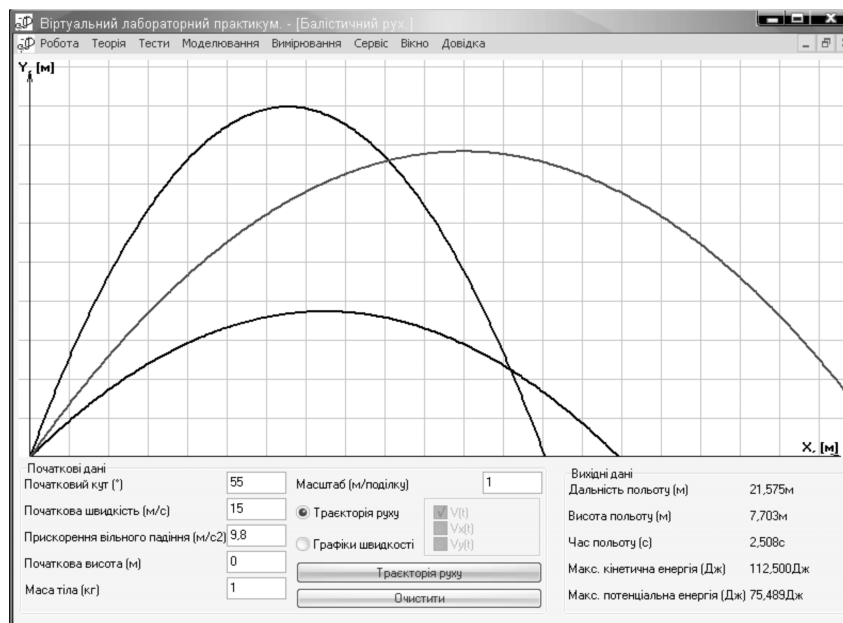


Рис. 3.9. Інтерфейс програми «Балістика»

Її широкі можливості забезпечуються значною кількістю змінних параметрів: величиною та напрямком початкової швидкості, початковою висотою, прискоренням вільного падіння [36], [259], [384]. Значення маси тіла, яке рухається, використовується для отримання величин потенціальної та кінетичної енергій. Інтерфейс програми дає можливість не тільки отримувати графіки траєкторії, швидкості та проєкцій швидкості на осі, а й виводить значення дальності, висоти і часу польоту.

Активне залучення студентів у рамках наукової роботи до розробки таких систем навчально-методичного забезпечення розвиває індивідуальні здібності, уміння мислити критично, аналітично та творчо, готує їх до подальшої професійної діяльності [36], [165], [234]. Застосування засобів інформаційних і комунікаційних технологій в процесі навчання фізики сприяє розвитку особистості, здійснює формування пізнавального інтересу в умовах особистісно орієнтованого навчання, розширює самостійну діяльність в умовах використання інформаційного ресурсу та електронних систем освітнього призначення, здійснює підготовку до використання інформаційних і комунікаційних технологій у подальшій професійній діяльності.

3.3 Методика застосування комплексу «еФізика» для вивчення явищ інтерференції і дифракції радіохвиль та поляризації світла

Головною метою створення програми «Властивості розповсюдження електромагнітних хвиль» була можливість забезпечення візуального спостереження явища інтерференції. Саме тому була обрана двопроменева модель розповсюдження радіохвиль. Оскільки у випадку деяких довжин хвиль для того, щоб побачити інтерференційну картину необхідно розміщувати передавальну і приймальну антену досить близько, розрахунок різниці ходу хвиль трохи модифікований, і може застосовуватися для будь-яких відстаней. Особливістю алгоритму є розрахунок множника

ослаблення не в одній точці простору, а на умовному екрані, який знаходиться на заданій відстані від передавача, що й дає можливість побачити інтерференційну картину на певній відстані від передавача. Загальний вигляд програми зображений на рис. 3.10.

Додатковою метою було забезпечення можливості моделювання явища інтерференції на довільній місцевості. Це означає можливість існування багатьох відбитих від землі променів і необхідність визначення умов існування відображення. Крім того, програма може розраховувати коефіцієнт відбиття хвилі в залежності від поляризації. Для цього у вхідних даних повинен бути вказаний тип поверхні, від якої відбувається відображення.

Під час розрахунку будується профіль траси і враховуються можливі варіанти відбиття в площині між приймачем і передавачем. При визначенні усіх варіантів шляху променя визначається можливість закритості шляху, але не враховується потужність випроміненого сигналу. Множник ослаблення в точці прийому визначається у відсотках від напруженості поля у вільному просторі.

Ландшафт у програмі вводиться з масиву, який зберігається у спеціалізованому файлі. Він зберігає деталі рельєфу у вигляді відрізків, без заокруглення на стиках. Масив ландшафту складається з відстаней між взятими точками місцевості, їх висот, та типу місцевості, що може впливати на коефіцієнт відбиття.

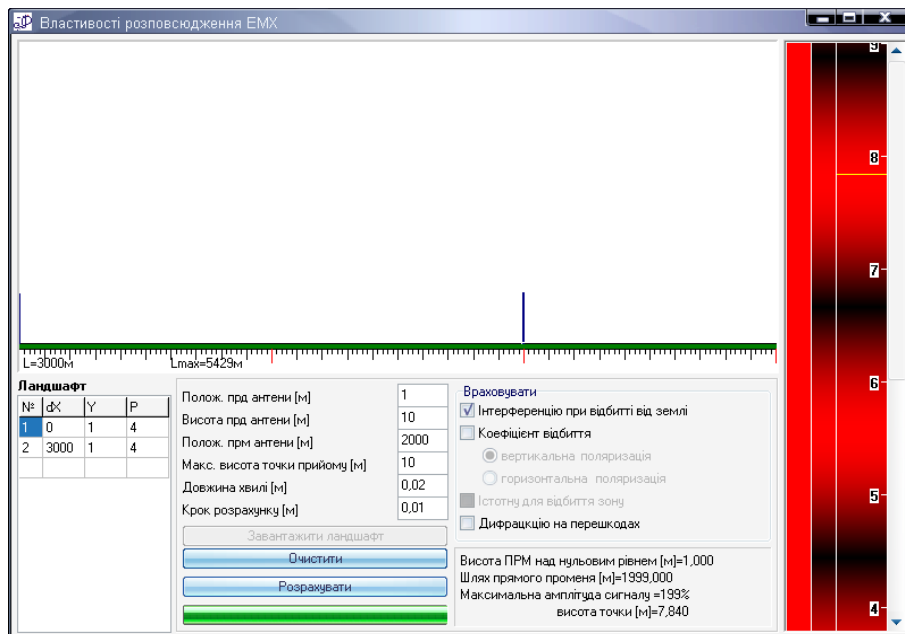


Рис. 3.10. Загальний вигляд програми для дослідження інтерференції радіохвиль

Вхідними даними для програми є довжина радіохвилі, положення передавальної та приймальної антени на місцевості та їх висоти. Розрахунок множника ослаблення проводиться в усіх точках відрізка, що перпендикулярний земній поверхні та знаходиться в заданих координатах на місцевості, початком якого є земна поверхня, а кінцем – задана максимальна висота точки прийому. Після введення довжини хвилі варто вказати крок розрахунку, тобто через які проміжки на відрізку буде визначатися напруженість поля. А для врахування коефіцієнта відбиття необхідно також вказати поляризацію радіохвиль.

Після закінчення розрахунків програма видає спектри на умовному екрані, виводить значення максимального посилення та координати цієї точки. Чорним кольором на спектрі позначаються точки з множником ослаблення близьким до нуля, що відповідає майже нульовому рівню поля, тобто точки, де відбита і пряма хвилі компенсуються. Зафарбовані ділянки – області, в яких множник ослаблення відмінний від нуля.

Програма будує три спектри, для побудови кожного з яких враховуються тільки окремі властивості розповсюдження. На першому спектрі (крайній зліва) можна побачити області геометричної тіні, якщо такі матимуть місце. На другому спектрі будується власне інтерференційна картина на умовному екрані в точці прийому, а третій спектр є результуючим. Крім того, треба звернути увагу на додатковий параметр, що обчислюється програмою. У верхньому правому куті профілю траси виводиться максимальна відстань, при якій можна нехтувати сферичністю поверхні землі. Відстань між передавальною та приймальною антенами не повинна перевищувати значення

цього параметра, якщо ж відстань між антенами більша за допустиму, то результат розрахунків моделі буде грубим. На трасах довжиною, до 10 км впливом сферичності Землі на поширення УКХ можна знехтувати і розглядати земну поверхню плоскою. Загалом відстань, при якій земну поверхню можна вважати плоскою, залежить від довжини хвилі і її можна приблизно визначити із виразу [67], [136].

(3.1)

Для кращого розуміння лістингів, які будуть наводитися в подальшому описі роботи програми, в додатку Б.1 наведена таблиця усіх змінних, що приймають участь у обчисленні. Аналогічно будуть наводитися і таблиці змінних для інших моделей.

Наступним не менш важливим моментом є необхідність переведення всіх відносних координат в абсолютні з початком відліку в точці, з якої починається відлік елементів ландшафту, та з прив'язкою до рельєфу. Деякі параметри в програмі задаються відносними координатами (наприклад, сам ландшафт, де вказується різниця відстані між двома точками місцевості).

Порядок проведення обчислень можна записати у такій послідовності:

1. Визначення точок простору, для яких буде обчислюватися множник підсилення траси.
2. Виключення з подальшої обробки діапазону точок, що знаходяться в області геометричної тіні.
3. Для кожної з елементарних площадок, з яких складається рельєф, визначається наявність відбивання ЕМХ в усі точки простору визначеного діапазону.
4. Якщо умова наявності відображення справджується і визначена траєкторія є відкритою, то розраховується множник ослаблення для даної точки за принципом суперпозиції відбитої та прямої хвилі. Якщо задані відповідні умови, то додатково розраховується коефіцієнт відбиття.
5. Побудова спектра та визначення точки простору, в якій буде максимальна напруженість поля.

Тепер детально розглянемо кожен з кроків розрахунку.

1. Визначення точок простору, для яких буде визначатися множник ослаблення, являє собою розрахунки початкових та кінцевих координат умовного екрана. Координати відрізка по осі X завжди залишаються сталими і дорівнюють заданому положенню приймача. Необхідно визначити тільки діапазон координат по осі Y, тобто по висоті. Нижньою точкою є рівень земної поверхні, а верхньою – максимально можлива висота точки прийому.

Максимально можлива висота точки прийому задається, тому окремо коментувати її знаходження не потрібно. А нижню координату відрізка треба визначити, оскільки в залежності від місцевості і від положення приймальної антени висота точки, на якій вона встановлюється, може змінюватися.

Визначення висоти, на якій знаходиться антена, суміщено з перерахунком відносних координат рельєфу до абсолютних. При цьому на кожному кроці перевіряється умова знаходження приймальної антени на одному з елементів ландшафту. Висота встановлення антени над нульовим рівнем визначається з точки перетину прямої $Y = H_{ant} - h(x)$, де H_{ant} – координати положення приймача та прямої, що описує елемент ландшафту.

Початковий масив ландшафту має вигляд матриці рядка, кожний елемент якої є координати точки місцевості (x, y) , де r – відстань заданої точки рельєфу від попередньої.

Цілком логічно припустити, що перший елемент матриці повинен мати вигляд (x_0, y_0) . Хоча якщо задати для першого елемента $(0, 0)$, це не буде вважатися помилкою. У такому разі малюнок ландшафту почнеться не з нуля (лівого крайнього кута), а з координати (x_0, y_0) . При цьому визначення можливих варіантів відбиття променя на проміжку $[x_0, x_1]$ також не буде проводитись.

Перехід до абсолютних координат відбувається за рекурентною формулою:

Елемент нової матриці ландшафту матиме вигляд:

У циклі визначення нової матриці ландшафту робиться перевірка умови: \dots . Якщо дана умова справджується, то визначається рівняння прямої елемента ландшафту на проміжку

:

(3.2)

Звідси висота встановлення приймальної антени \dots визначається формулами:

(3.3)

(3.4)

Аналогічно можна визначити висоту встановлення і передавальної антени.

Лістинг програми, яка виконує дане обчислення наведений у додатку Б.2.

2. Виключення з подальшої обробки діапазону точок, що знаходяться в області геометричної тіні, проводиться в два етапи. На першому виключаються точки, що знаходяться в геометричній тіні для прямого променя. А під час розрахунку можливих траєкторій променя при відображенні також перевіряється відкритість відбитих променів.

Перевірка відкритості траєкторії відбитих променів проводиться абсолютно аналогічно як і для прямих променів. Тому для розгляду візьмемо умови відкритості шляху прямих променів. Для того щоб шлях променя можна було вважати відкритим, повинна виконуватися умова неперетину променя із жодним з відрізків ландшафту, що знаходяться між передавачем і приймачем. Для цього необхідно визначити точку перетину площадки місцевості з променем і перевірити умови належності її площадці. Точка перетину знаходиться аналогічно описаній вище методиці.

;

У цьому виразі можна розписати значення \dots , тоді координати точки перетину знаходитимуться за формулою:

(3.5)

Далі необхідно перевірити, чи належить точка перетину прямих до заданого інтервалу, тобто, чи належить вона елементу ландшафту. Якщо елемент ландшафту знаходиться в межах \dots , а точка перетину має координату по вісі x , необхідно, щоб виконувалася умова:

Лістинг процедури, яка виконує цю перевірку, наведений у додатку Б.3. Дана процедура має виконуватися для кожного з можливих променів, тому вона вставляється в цикл перевірки. Напруженість поля в точках екрана, що є відкритими, вважається рівною 100% від напруженості поля у вільному просторі. Напруженість поля у точках, що знаходяться в геометричній тіні, дорівнює 0.

3. Для кожної з елементарних площадок, з яких складається рельєф, визначається наявність відбивання ЕМХ в усі точки простору визначеного діапазону.

Для цього спочатку знаходиться така точка, для якої умова відбиття при відомих висотах передавача та приймача та відомому рівнянні площини буде справджуватися. А потім перевіряється, чи належить знайдена точка елементу ландшафту.

Отже, вхідними даними є координати точок передавання та приймання, координати країв відрізка на ландшафті. Треба знайти рівняння двох таких прямих, які б проходили через точки передавання та приймання, перетиналися з заданим відрізком в одній точці, і при цьому мали однакові кути нахилу до цього відрізка. На рис. 3.11 зображено відбиття хвилі від площадки з

довільним нахилом.

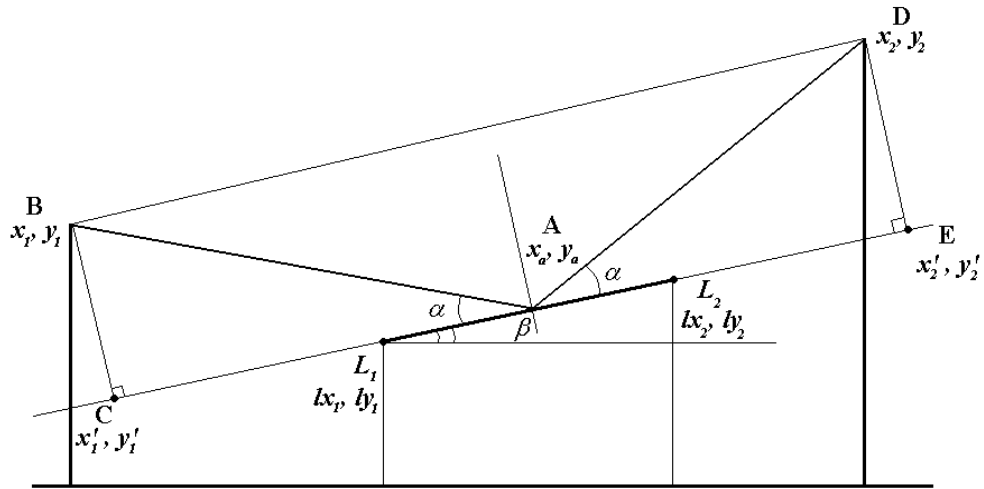


Рис. 3.11. Відбиття хвилі від похилої ділянки ландшафту

Спочатку знаходимо рівняння прямої, якій належить заданий відрізок ландшафту.

;

Далі знаходимо координати проекції точок приймання та передавання на отриману пряму. Для цього потрібно визначити точки перетину прямих, що проходять через задані точки, з отриманим рівнянням прямої. Вирази для прямих матимуть наступний вигляд:

(3.6)

Для визначення координат проекції треба розв'язати дві системи:

$$\begin{cases} \dots \\ \dots \end{cases};$$

Розглянемо трикутники та , які є прямокутними, та кути = . За рівністю двох кутів можна зробити висновок про подібність трикутників , тому можна записати:

(3.7)

де , – відстані від точок приймання та передавання до прямої, що відповідає елементу ландшафту (відрізки BC та DE), l – відстань між проекціями точок приймання та передавання на пряму (сума відрізків CA+AE).

Для визначення довжин відрізків використаємо формулу:

Знаючи кути нахилу відбитого і заломленого променів до площадки та кут нахилу самої площадки, можна визначити абсолютні кути нахилу прямого і відбитого променів і таким чином знайти їх рівняння. Достатньо знайти одне рівняння падаючого променя для визначення точки його перетину з прямою, на якій лежить відрізок ландшафту. Тангенс абсолютного кута нахилу

падаючого променя визначається з виразу:

Координати точки перетину будуть дорівнювати:

;

;

Ці координати в майбутньому знадобляться для визначення відкритості шляху променів.

Щоб перевірити, чи потрапляє точка відбиття на відрізок, достатньо перевірити умови: $CL1 < CA < CL2$. Якщо умова справджується, то робиться перевірка на відкритість траєкторії падаючого і заломленого променів.

4. Якщо умова наявності відображення справджується і визначена траєкторія є відкритою, то обчислюється напруженість поля для даної точки за принципом суперпозиції відбитої та прямої хвилі. Різниця фаз визначається з різниці ходу променів:

(3.8)

Додаткова різниця ходу виникає внаслідок зміни фази вектора E на при відбиванні від землі. Перехід від різниці ходу в метрах до різниці фаз в радіанах можна показати за допомогою наступного виразу:

Якщо умовами задана необхідність врахування коефіцієнта відбиття, то за відомими властивостями місцевості, які задаються у файлі ландшафту, та відомими кутами ковзання, за формулами визначається коефіцієнт R для горизонтальної або вертикальної поляризації. Коефіцієнт відбиття, крім величини кута ковзання θ , залежить також від виду поляризації хвилі й відповідно до цього визначається одним з виразів:

;

(3.10)

5. Визначення точки простору з максимальною напруженістю поля виконується простим перебором усіх точок, що брали участь у розрахунку, і вибором серед них максимального значення. У самому кінці на екран виводиться числове значення напруженості поля знайденої точки та її координати. Додатково для можливості більш детального аналізу малюється повний спектр напруженості поля в усіх точках.

Задача про дифракцію електромагнітних хвиль характеризується дуже великою математичною складністю знаходження точного розв'язку. При розв'язуванні таких задач у більшості випадків робиться ряд ідеалізованих припущень. З огляду на це необхідно на самому початку чітко визначитися з умовами застосування даної моделі.

Для визначення множника ослаблення з урахуванням явища дифракції обрана формула Зомерфельда. Потрібно сказати, що даний вираз передбачає дифракцію плоскої хвилі на нескінченній півплощині. Розв'язок цієї задачі, відомої під назвою дифракції радіохвиль на півплощині, уперше виконав Арнольд Зомерфельд. Він одержав вираз для відношення полів

дифракційного E і вільного простору E_0 залежно від параметру :

(3.11)

Оскільки хвиля від передавальної антени є сферичною, то застосовувати формулу можна тільки у випадку, якщо перешкода знаходиться на досить великій відстані від джерела радіохвиль, коли фронт хвилі можна вважати плоским. Як вже було сказано вище, оскільки поперечні розміри зон, істотних для поширення радіохвиль, малі, то для отримання точного результату достатньо, щоб перешкода мала плоску верхівку тільки на деякому проміжку шляху хвилі. На практиці перешкодами є гострі дахи будівель, гірські масиви, що розташовуються поперек траси поширення радіохвиль. Розроблена модель не робить перевірку на відповідність цим умовам, тож користувачеві слід самому знати межі застосування розв'язку Зомерфельда.

Вибір саме цього випадку дифракції радіохвиль (дифракції на півплощині) обумовлений досить наочним результатом розрахунків, який можна побачити після виконання обчислень програмою. Також варто особливо зазначити, що розв'язок, отриманий Зомерфельдом, належить до точних розв'язків задачі дифракції і відповідає трьом існуючим теоріям, що пояснюють це явище [67], [136], [217]. Однак не треба його і переоцінювати, оскільки на практиці застосування виразу (3.3) має значні обмеження, про які вже йшла мова.

Розрахунок поля з урахуванням явища дифракції виконується тією ж програмою, що й для інтерференції. Загальний вигляд інтерфейсу програми з завантаженим ландшафтом із перешкодою поданий на рис. 3.12.

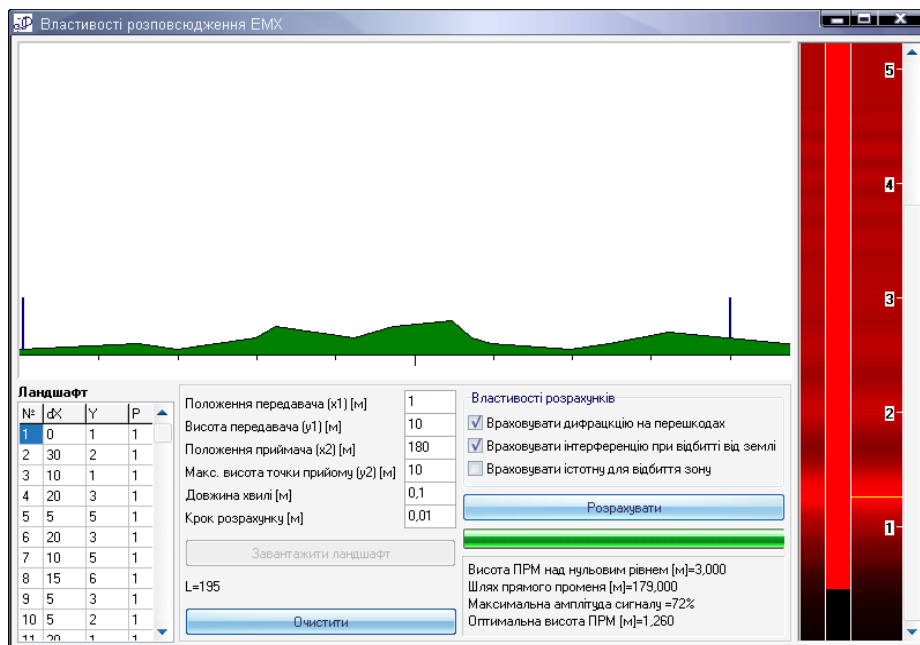


Рис. 3.12. Загальний вигляд програми для дослідження дифракції радіохвиль

У програмі перед початком розрахунку можна зробити вибір явищ, які треба враховувати. Це в свою чергу значно розширює можливості програми, бо дає змогу визначити напруженість поля в точці з урахуванням двох властивостей розповсюдження ЕМХ [36], [57], [67], [68].

Вхідні дані і результати обчислення програми є ті самі, що й для інтерференції, тому відмінність буде лише в першому спектрі. Оскільки за рахунок дифракції хвилі можуть огинати перешкоди, то область геометричної тіні не буде різко відокремлена. У залежності від ландшафту в області тіні може спостерігатися певна відмінна від нуля напруженість поля. Причому на другому спектрі, для якого враховується тільки інтерференція, геометрична тінь залишається чітко відокремленою. Це дає змогу більш наочно оцінити вплив дифракції на розповсюдження ЕМХ. На третьому спектрі можна побачити результуючу картину з урахуванням як інтерференції, так і дифракції.

Напруженість поля з урахуванням дифракції визначається для кожної з заданих точок діапазону, порядок визначення якого розглянуто в попередньому підрозділі. Порядок розрахунку поля для точки можна розбити на наступні кроки:

1. Визначення точки ландшафту при розповсюдженні ЕМХ, яка буде впливати на дифракційну картину.
2. Визначення результату дифракції хвилі на знайденій перешкоді, яка складається із:
 - визначення просвіту H_c на перешкоді;

- визначення параметру u ;
- розрахунок коефіцієнта підсилення в залежності від знайденого параметру u .

Для пояснення розрахунку множника ослаблення в точці за умов дифракції на перешкоді, коли задані координати точки передавання, точки приймання, та найвищої точки перешкоди, будемо користуватися рисунком 3.13.

Як було сказано раніше, основним випадком в практиці розповсюдження радіохвиль є випадок дифракції на півплощині, що закриває трасу проходження хвилі з одного боку. Дуже зручний розв'язок задачі дифракції на півплощині був отриманий Зомерфельдом, який отримав вираз

залежності відношення від параметра u :

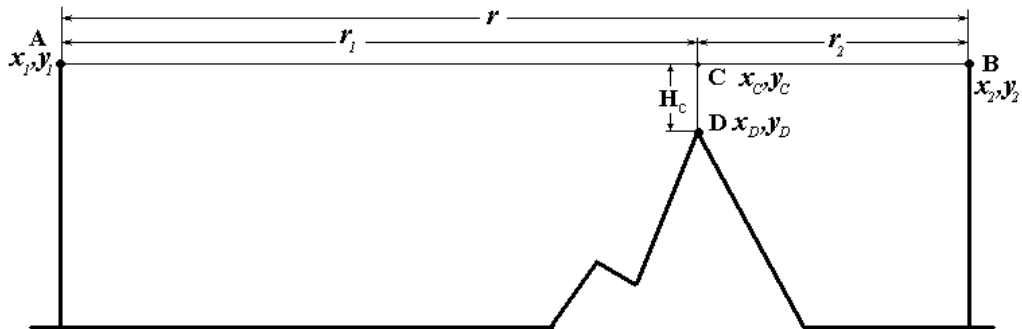


Рис. 3.13. Дифракція радіохвилі на одній перешкоді

Параметр u визначається з наступного виразу:

де r_0 – радіус зони, дія якої еквівалентна сукупній дії усіх зон при неперекритому шляху хвилі, причому r_0 дорівнює $1/3$ радіусу першої зони.

Визначимо величину закриття. H_c – це найменша відстань від шляху променя до перешкоди, отже необхідно визначити координати проекції точки D на відрізок AB (рис. 3.13). Для цього можна скористатися вже відомими формулами. Спочатку знаходимо рівняння прямої, на якій лежить відрізок AB.

Звідси рівняння прямої перпендикулярної до знайденої, що проходить через точку D:

Розв'язавши систему рівнянь, знаходимо точки перетину:

Маючи координати точок D і E можна знайти довжину H_c . Необхідно враховувати той факт, що H_c може бути від'ємним, у випадку повного перекриття траси перешкодою. Оскільки формула (3.7) для знаходження довжини відрізка за координатами точок не може дати від'ємного значення, то

необхідно перевірити умову $\cos \theta > 0$, і якщо умова справдиться, то помножити H_c на 1.

Необхідно передбачити перевірку окремого випадку, коли відрізок АВ паралельний осі Х. У цьому випадку $\text{tg} \theta = 0$, і застосовувати вище зазначені формули не можна, а $\cos \theta = 1$, $\sin \theta = 0$.

Аналогічно за відомими значеннями точок можна знайти θ_1 , θ_2 та θ_3 та розрахувати значення H_c .

На наступному кроці обчислюється інтеграл Зомерфельда. Взяти точний інтеграл неможливо, позбутися знака інтеграла у формулі можна тільки розкладанням підінтегральної функції в ряд. Іншим, більш прийнятним, варіантом обчислення даної формули є наближений метод розрахунку – метод трапецій. Функція, що обчислює інтеграл Зомерфельда (додаток Б.4.)

Визначення положення перешкоди на трасі проводиться шляхом знаходження «найвужчого» місця, тобто точки ландшафту ділянки, для якої просвіт H_c найменший на усій трасі. Ніяких додаткових перевірок на відповідність зазначеним умовам застосування формули (3.11) не проводиться, як вже було сказано, рішення про можливість застосування розв'язку приймає користувач. Лістинг, який виконує дану функцію, наведений у додатку Б.5.

Для дослідження явища поляризації світла було написано дві програми. Перша програма призначена для дослідження закону Малюса, а друга – закону Брюстера. Необхідність написання двох програм пов'язана із проявом властивостей поляризованого світла у різних не пов'язаних між собою умовах [60], [76], [117], [490].

Програма для дослідження закону Малюса моделює установку, яка складається з поляризатора, аналізатора та екрана. При цьому вважається, що на поляризатор падає природне світло. Загальний інтерфейс програми зображений на рис. 3.14.

Вхідними даними для програми є кути повороту поляроїдів. При зміні кута повороту аналізатора відносно поляризатора на екрані можна спостерігати зміну інтенсивності пройденого світла. Додатково можна задавати коефіцієнти поглинання поляроїдів у відсотках до падаючого світла. Крім візуального оформлення у вікні програми виводяться числові значення інтенсивності світла, у відсотках від природного. Розрахунок інтенсивності світла після проходження аналізатора визначається за законом Малюса:

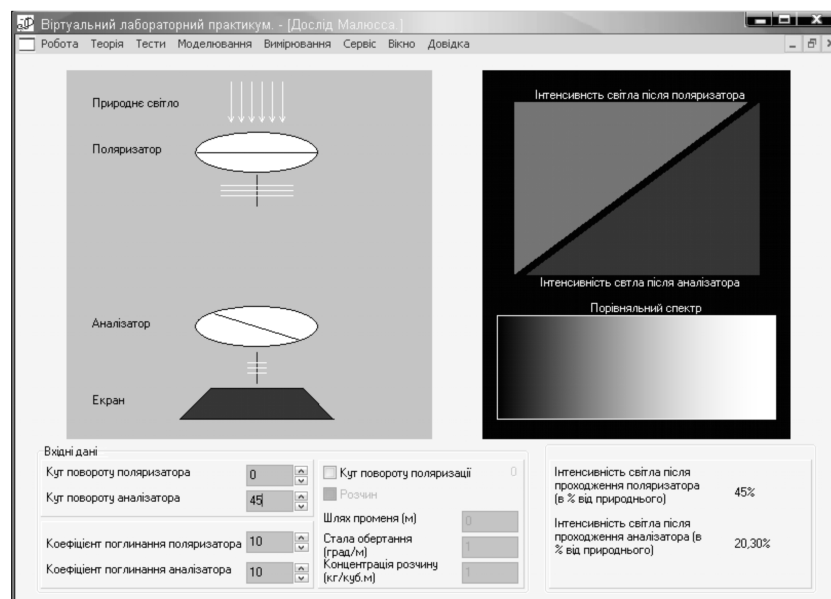


Рис. 3.14. Інтерфейс програми «Дослід Малюса»

Для врахування поглинання світла поляроїдами у формулу потрібно ввести додаткові множники. Враховуючи, що інтенсивність природного світла зменшується вдвічі за рахунок поляризації, та що коефіцієнт поглинання поляризатора k_p , інтенсивність світла після проходження першого поляроїда буде рівна:

Інтенсивність світла після проходження аналізатора з урахуванням коефіцієнта поглинання ка буде дорівнювати:

Тепер запишемо кінцевий варіант формули, скоротивши множник I_0 , який приймається за 1. Оскільки в розрахунках не буде прив'язки до певного значення інтенсивності, то інтенсивність

природного світла приймається за 100%, і звідси . Значення коефіцієнтів поглинання задається у відсотках, а це означає, що їх треба додатково поділити на 100. У результаті отримаємо вираз:

Ще однією опцією програми є можливість розміщення між поляризатором та аналізатором оптично активних речовин. При цьому необхідно вказати довжину шляху променя в речовині та сталу обертання. У випадку, якщо в якості оптично активної речовини виступає розчин, то замість сталої обертання треба вказати питома обертання та концентрацію розчину. Вигляд інтерфейсу моделі у випадку розміщення між поляроїдами оптично активної речовини показано на рис. 3.15.

Кут повороту площини коливань поляризованого світла прямо пропорційний товщині шару d оптично активної речовини, крізь яку він проходить:

де a – стала обертання

Якщо в якості оптично активної речовини буде розчин, то формула набуває вигляду:

де a – питома обертання , C – концентрація розчину

З урахуванням кута повороту поляризації в оптично активній речовині, формула для визначення інтенсивності світла після проходження аналізатора матиме вигляд:

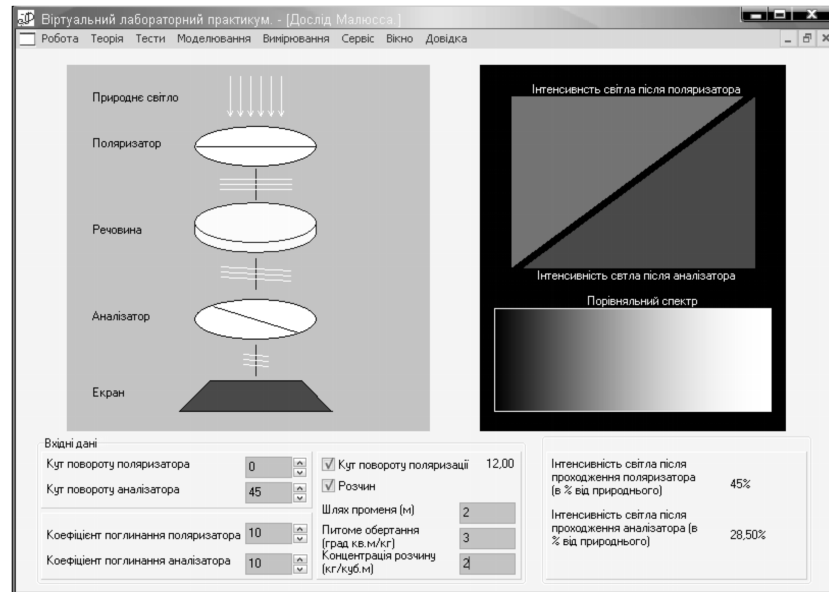


Рис 3.15. Інтерфейс програми «Дослідження закону Малюса» при розміщенні між поляроїдами оптично активної речовини

Лістинг коду програми, який реалізує розглянуті обчислення, наведений в додатку Б6.

Програма для дослідження закону Брюстера моделює властивість електромагнітних хвиль оптичного діапазону поляризуватися при відбитті (рис. 3.16). Програма дає можливість задавати кут падіння променя на розділ двох середовищ та показники заломлення цих середовищ. Крім того, в програмі є досить велика база показників заломлення реальних матеріалів та рідин. Вихідними даними є ступінь поляризації світла у відсотках, яку можна візуально оцінити на екрані, що показує інтенсивність світла після проходження аналізатора.

Іншим не менш важливим застосуванням даної програми є можливість визначення кута повного внутрішнього відбивання. Дана властивість дуже важлива в оптичному зв'язку і є основою теорії, на якій базується розповсюдження світла по світловодах. Розрахунок кута повного внутрішнього відбивання необхідний для визначення критичного кута введення світлового променя у світловод (оптоволокну).

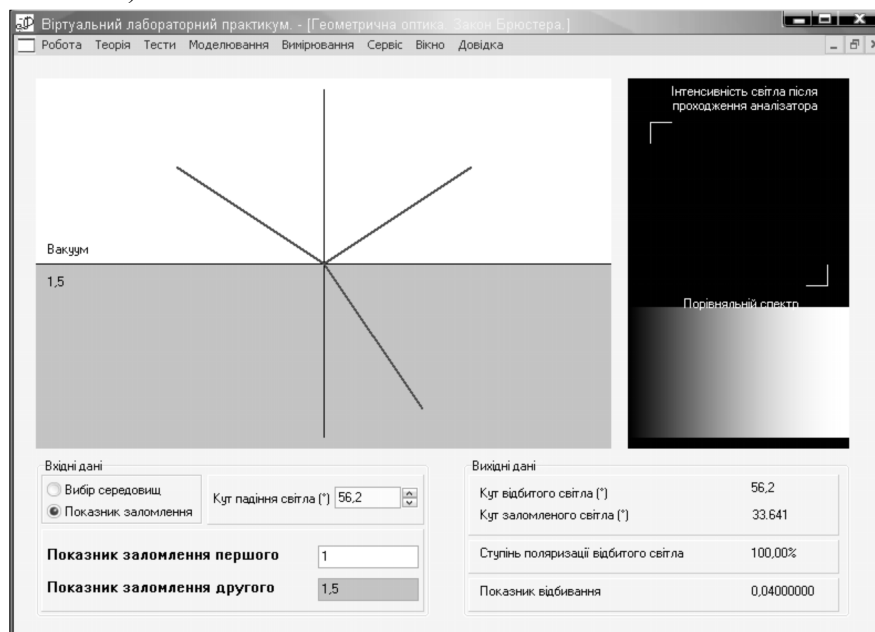


Рис. 3.16. Інтерфейс програми «Геометрична оптика. Закон Брюстера»

Аналіз роботи програми почнемо з геометричної оптики. Спочатку визначається кут заломлення променя, який у подальшому буде необхідним під час визначення ступеня поляризації

світла. При заломленні світла має місце співвідношення:

де θ_1 – кут падаючого світла; θ_2 – кут заломленого світла; n_1, n_2 – показники заломлення відповідно першого і другого середовища.

Із цього співвідношення можна визначити кут заломлення світла:

Наступним кроком під час розрахунку є визначення ступеня поляризації світла. Як відомо із закону Брюстера, відбитий промінь буде повністю поляризованим, якщо виконується співвідношення:

Але за допомогою даного виразу можливо визначити тільки випадок повної поляризації світла. Для визначення часткової поляризації, коли промінь падає під довільним кутом, можна скористатися формулою:

Якщо кут падіння дорівнює куту Брюстера, сума $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$, результатом обчислення наведеного виразу буде:

Тобто ступінь поляризації дорівнює 1.

Останньою важливою опцією програми є визначення показника відбивання, який обчислюється за рівнянням Френеля:

Технологічні та інформаційні реалії сучасного суспільства вимагають високошвидкісного інформаційного обміну даними, тому якісна підготовка фахівців у галузі телекомунікацій є одним із пріоритетних завдань. Причому основною метою професійної освіти стає не лише підготовка кваліфікованого працівника відповідного профілю, а й становлення особистості, для якої важливо володіти професійною компетентністю, методами ефективної роботи за спеціальністю, мати творче мислення, орієнтуватися у динаміці своєї професії та у суміжних галузях діяльності. Тому протягом останніх років комп'ютерне моделювання як форма навчально-дослідницької роботи, що активізує пізнавальну діяльність, максимально враховує індивідуальні особливості студентів та диференціацію навчання, посіло чільне місце серед методів навчання.

Розроблена модель реалізації принципу професійної спрямованості навчання фізики майбутніх інженерів телекомунікаційної галузі активно використовує комплекс «eФізика» для вивчення явищ інтерференції і дифракції радіохвиль та поляризації світла. Комплекс створено у вигляді комп'ютерного середовища, яке об'єднує зміст навчальної дисципліни і бази даних інформаційних ресурсів. Він використовується при проведенні занять з «Фізики», «Хімії та електрорадіоматеріалів» і «Фізики оптичного зв'язку» та може бути застосований на практичних заняттях з низки технічних дисциплін. Запропоновані інноваційні розробки не вимагають додаткових витрат на придбання та обслуговування комп'ютерної техніки, створені програми можуть функціонувати на комп'ютерах під керуванням операційної системи Windows.

Застосування розроблених моделюючих програм дає можливість отримувати наочні динамічні ілюстрації фізичних процесів та явищ, відтворювати їх деталі, які часто непомітні при спостереженні реальних явищ та експериментів, забезпечує можливість отримання числової та графічної інформації

на будь-якій стадії розрахунків і професійну орієнтованість курсу фізики, що забезпечує можливість підняти на якісно новий рівень самостійну роботу студентів.

Розробка та застосування технології комп'ютерного моделювання в навчальному процесі забезпечує можливість інтенсифікації та оптимізації навчального процесу з фізики, створює умови для реалізації розвиваючого та проблемного навчання.

Висновки до розділу 3

1. Запропоновано комп'ютерні моделі з використанням комп'ютерного навчально-методичного комплексу «eФізика» у процесі вивчення питань курсу фізики, що є актуальними для професійної діяльності майбутніх фахівців телекомунікацій.

2. Розроблено програмний моделюючий комплекс для вивчення властивостей поширення електромагнітних хвиль (EMX) різних діапазонів. Розглянуто параметри та особливості поширення EMX і проведено аналіз існуючих моделей їх розповсюдження. Розроблено алгоритм роботи цієї моделі на довільному ландшафті.

3. Проаналізовано мови програмування та здійснено вибір інтегрованого середовища Delphi 7 для розробки моделюючих програмних додатків. На основі розробленого алгоритму написані три комп'ютерні програми: одна призначена для визначення множника ослаблення траси розповсюдження УКХ радіохвиль і дві – для розгляду властивостей хвиль оптичного діапазону.

4. Наведено програми для моделювання питань курсу фізики: «Геометрична оптика. Закон Брюстера», «Поляризація світла. Закон Малюса», «Дифракція світла на решітці та щілині», «Додавання однаково напрямлених коливань. Биття», «Додавання взаємно перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу», «Вивчення електронного осциллографа», «Дослідження термоелектронної емісії», «Реальні та ідеальні гази», «Балістика», які об'єднані в навчально-методичний комплекс «eФізика».

4. Показано, що розроблений програмний продукт дає можливість розв'язувати задачі з подальшою комп'ютерною перевіркою, що посилює пізнавальний інтерес студентів, робить їх роботу творчою і наближує її до наукового дослідження. Завдання творчого та дослідницького характеру, що максимально відповідають реальним інженерним задачам, з якими може зіткнутися майбутній фахівець, суттєво підвищують зацікавленість студентів у вивченні фізики та слугують потужним мотивуючим фактором.

РОЗДІЛ 4 ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ В НАВЧАЛЬНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ З ФІЗИКИ

Сучасні досягнення цифрової техніки та комп'ютерних технологій значно випереджають розвиток матеріальної бази й технологій навчального експерименту в школах і ВНЗ. Тому даний розділ присвячений розробці комплексу апаратних і програмних засобів, які забезпечують проведення автоматизованих лабораторних і навчально-дослідницьких робіт на фізичних і технічних об'єктах. З'єднання з комп'ютером через інтерфейс фізичних об'єктів є одним з основних і, разом з тим, найменш розроблених напрямків застосування інформаційних технологій. Створення доцільного і ефективного комплексу цифрових пристроїв для проведення експериментальних досліджень за допомогою комп'ютера є актуальним, перспективним та творчим завданням, яке ґрунтується на діяльнісному підході. Конструювання цифрових пристроїв для комп'ютерного вимірювального комплексу в рамках проектної діяльності є цілеспрямованим процесом засвоєння фундаментальних знань, розвитку творчих здібностей, а також дає можливість забезпечити досягнення кращих результатів у проведенні навчального фізичного експерименту.

4.1. Використання інформаційно-телекомунікаційних технологій у навчальному експерименті з фізики

На даний час створено ґрунтовне методологічне, психолого-педагогічне та методичне підґрунтя використання комп'ютера в навчальному процесі з фізики (О. І. Бугайов [110], [111], С. У. Гончаренко [154], [157], [158], М. І. Жалдак [190] та ін.). Аналіз сучасної науково-методичної літератури, який проведено у першому розділі дисертаційної роботи, дав можливість виділити основні сфери використання інформаційних технологій у формальному та неформальному навчанні [36], [143], [316], [376]. Аналіз процесів інформатизації освіти показав, що на початкових етапах було значно перебільшено роль «софта» (мов програмування, алгоритмів, моделювання, віртуальної реальності) і недооцінено «хард» – засоби сучасної техніки, навчальний натурний експеримент. Тобто, напрямком, який залишається найменш розробленим у вітчизняній методиці фізики, залишається створення і використання комп'ютерно-орієнтованих систем, що з'єднані інтерфейсом з реальними фізичними об'єктами. Прикладами цього підходу є комутація комп'ютера з тензометричним мостом та універсальним спектрофотометром, які комплектувалися послідовним портом RS232 [435] та прилади розроблені в рамках дисертаційної роботи О. С. Мартинюка [284]. На жаль, сучасні досягнення науки, цифрової техніки, комп'ютерних технологій випереджають на цілі десятиліття технологію навчального експерименту в школах і ВНЗ [5], [47], [53], [80], [82], [122], [268], [471], [477].

Деякі останні десятиріч характеризуються стрімким розвитком радіоелектроніки, особливо ж динамічно розвивається телекомунікаційна галузь. Основною рушійною силою цього розвитку стали досягнення в мікроелектроніці, що, в свою чергу, дало можливість реалізувати прогресивні методи транспортування, розподілу, обробки та зберігання інформації. Хоча первинна інформація використовується у більшості випадків в аналоговому вигляді, але цифровий сигнал має переваги внаслідок простоти обробки, високої завадостійкості і можливості використовувати регенератори при передачі на великі відстані. Тому мікроелектронні системи, які використовують цифрові методи обробки інформації, містять пристрої взаємного перетворення аналогових та цифрових сигналів. Роль таких пристроїв виконують аналого-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі (АЦП і ЦАП) [36]. Аналого-цифровий перетворювач – пристрій, який призначений для перетворення аналогової фізичної величини, що неперервно змінюється у часі, в еквівалентні їй значення цифрових кодів. Процес аналого-цифрового перетворення передбачає послідовне виконання наступних операцій:

- дискретизація сигналу за часом;
- квантування отриманої у дискретні моменти часу послідовності значень вихідної аналогової величини по рівню;
- заміна квантованих значень деякими числовими кодами.

Для покращення методики вивчення перетворення аналогового сигналу в цифровий необхідно широко використовувати методи, що дають можливість сформувати уміння та навички практичного використання отриманих знань [57], [59].

Перехід на цифрові системи вимагає формування у студентів знань щодо апаратури, яка забезпечує взаємоперетворення аналогового сигналу в цифровий. Оскільки теорія та дослідження процесів аналого-цифрового перетворення використовується при викладанні багатьох дисциплін: «Теорія електричних кіл», «Теорія зв'язку», «Цифрова схемотехніка», «Обчислювальна техніка та мікропроцесори» та ін., то виникає необхідність розробки способів дослідження процесів, які відбуваються в АЦП. Поставлене завдання ускладнюється необхідністю отримання знань за короткий час, що вимагає використання сучасних вискоелективних способів щодо їх поширення. Тому важливим аспектом методичної роботи є розробка шляхів підвищення якості й швидкості засвоєння студентами принципів функціонування пристроїв шляхом впровадження в навчальний процес комплексу віртуальних досліджень АЦП.

Для моделювання радіоелектронних пристроїв доцільно використовувати пакет «Multisim» від компанії National Instruments, який має досить широку бібліотеку радіоелектронних елементів та дає можливість оперативного огляду їх основних характеристик [36], [497]. Ця розробка переважає за своїми можливостями «Electronics Workbench» та дає можливість:

- наочно ілюструвати електричні схеми аналогових, цифрових та змішаних пристроїв;
 - проводити їх моделювання із присвоєнням елементам схем реальних значень аналогів
- ;
- вимірювати параметри сигналів та характеристики схем із зручною візуалізацією за допомогою осцилографів, логічних аналізаторів, побудовачів амплітудно-частотних та фазочастотних характеристик.

Важливою корисною особливістю програми «Multisim» є те, що вона не обмежує кількість контрольних-вимірювальних приладів, які застосовуються.

Інтерфейс програми та бібліотека генераторних і вимірювальних приладів приведена на (рис. 4.1).

Аналого-цифрові перетворювачі приймають на вході неперервні сигнали від аналогових пристроїв і видають на виході відповідні їм сигнали, які можна оброблювати за допомогою ЕОМ та інших цифрових пристроїв. Розроблено величезну кількість АЦП, які відрізняються швидкістю роботи (частота перетворення від десятків кілогерц до сотень мегагерц), розрядністю (від 6 до 24), допустимими діапазонами вхідного сигналу, величиною похибок, методами видачі вихідного коду.

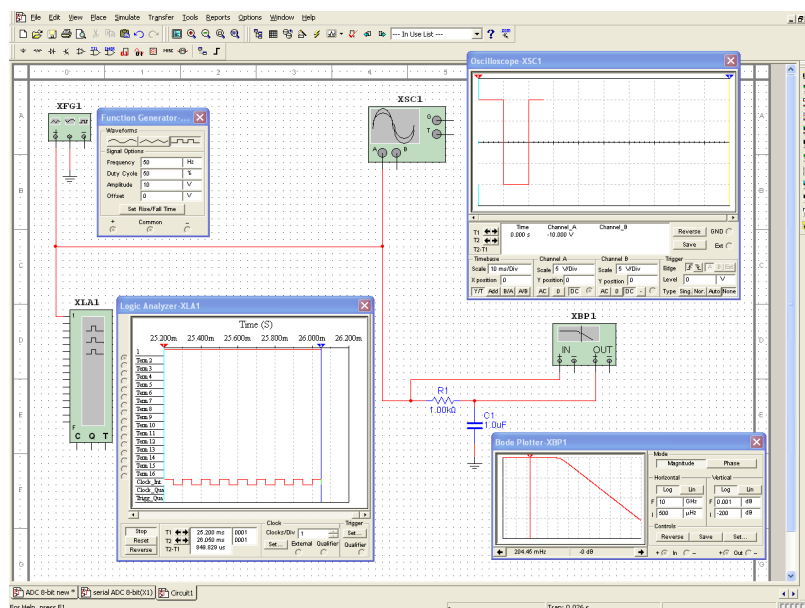


Рис. 4.1. Інтерфейс програми Multisim

АЦП працюють за принципом багаторазового порівняння вхідних аналогових сигналів з набором деяких еталонних величин. При цьому, основною класифікаційною ознакою функціонування АЦП є алгоритм його роботи. Цей алгоритм відображає комплекс операцій, за допомогою яких установлюється послідовність і чисельні співвідношення між аналоговою вхідною величиною, еталонними величинами і цифровим вихідним кодом. За видом алгоритму розрізняють три класичних методи перетворення: метод послідовного рахунку, метод порозрядного зрівноважування і метод безпосереднього читання [36], [135]. Найбільшу продуктивність має метод безпосереднього читання, а найменші апаратні витрати – метод послідовного рахунку. Метод порозрядного зрівноважування має середні характеристики як по продуктивності, так і по апаратних витратах і використовується у більшості випадків застосувань.

Наступною класифікаційною ознакою є рід (вид) аналогової величини на вході АЦП і тип цифрового коду на виході. За видом вхідної аналогової величини розрізняють аналого-цифрові перетворювачі струму, напруги, частоти, кутового і лінійного переміщення, часового інтервалу, фази та деякі інші. За видом вихідного коду розрізняють двійкові, десяткові і логарифмічні АЦП.

Існують наступні методи побудови аналого-цифрових перетворювачів: послідовний, паралельний, послідовно – паралельний. АЦП, які працюють за першим методом, здійснюють урівноваження вхідної аналогової величини сумою однакових еталонів. Момент рівності цих величин фіксується базовим пристроєм АЦП будь-якого типу – компаратором напруг, який порівнює дві вхідні аналогові напруги і, в залежності від результату, видає вихідний цифровий сигнал – нуль або одиницю (рис. 4.2).

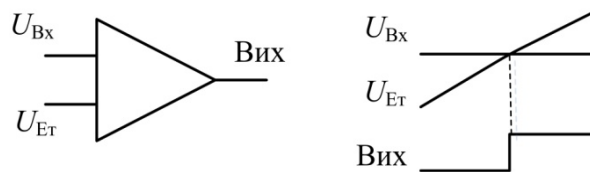


Рис. 4.2. Компаратор напруг

До послідовного методу відносять такі основні класи АЦП: послідовний з пилкоподібною напругою, послідовного рахунку, порозрядного кодування, інтегруючий. Паралельні АЦП здійснюють квантування сигналу за допомогою набору компараторів, увімкнених паралельно джерелу вхідного сигналу, що підвищує швидкість даного виду АЦП. Послідовно-паралельні АЦП умовно можна поділити на багатоступінчаті і багатотактові. В перших застосовують декілька паралельних АЦП, що працюють послідовно у часі; у інших – один і той же паралельний АЦП працює послідовно декілька разів.

В основу класифікації, яка зображена на рисунку 4.3, покладена часова розгортка процесу перетворення аналогової величини в цифрову. В основі перетворення вибіркового значення сигналу в цифрові еквіваленти лежать операції квантування й кодування. Вони можуть здійснюватися за допомогою послідовної, паралельної або послідовно-паралельної процедур наближення цифрового еквіваленту до перетвореної величини.

АЦП паралельного типу здійснюють квантування сигналу одночасно за допомогою набору компараторів, включених паралельно джерелу вхідного сигналу. За допомогою трьох двійкових розрядів можна представити вісім різних чисел, включаючи нуль, отже для цього необхідно сім компараторів. Сім відповідних опорних напруг утворюються за допомогою резистивного дільника. Завдяки одночасній роботі компараторів паралельний АЦП є найшвидшим. Наприклад, восьмирозрядний перетворювач типу MAX104 дає змогу одержати 1 млрд. відліків у секунду при часі затримки проходження сигналу не більше 1,2 нс. Недоліком цієї схеми є висока складність. Дійсно, N-розрядний паралельний АЦП має 2N-1 компараторів й 2N погоджувальних резисторів. Наслідком цього є висока вартість і значна споживана потужність. Той же MAX104, наприклад, споживає близько 4 Вт.

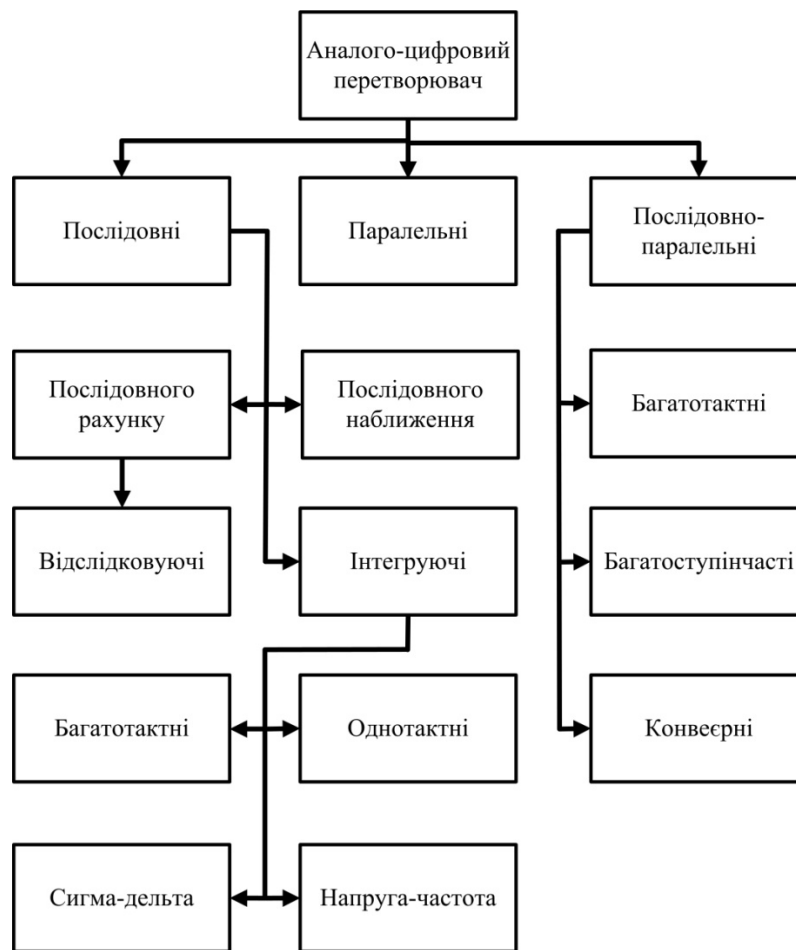


Рис. 4.3. Класифікація АЦП

Послідовно-паралельні АЦП, які поділяються на багатоступінчасті, багатотактні і конвеєрні, є компромісом між прагненням одержати високу швидкодію й бажанням зробити це по можливості меншою ціною. Послідовно-паралельні АЦП займають проміжне положення по роздільній здатності й швидкодії між паралельними АЦП й АЦП послідовного наближення.

Послідовні АЦП поділяються на АЦП послідовного рахунку, АЦП послідовного наближення та інтегруючі АЦП. Перетворювач послідовного наближення цього типу, названий у літературі також АЦП із порозрядним зрівноважуванням, є найпоширенішим варіантом послідовних АЦП.

В основі роботи цього класу перетворювачів лежить принцип дихотомії, тобто послідовного порівняння вимірюваної величини з $1/2$, $1/4$, $1/8$ і т.д. від можливого максимального її значення. Це дає змогу для N -розрядного АЦП послідовного наближення виконати весь процес перетворення за n послідовних кроків замість $2^n - 1$ при використанні послідовного рахунку й одержати істотний вигравш у швидкодії. Так, уже при $n=10$ цей вигравш досягає 100 разів і дає можливість одержати за допомогою таких АЦП до $10^5 \dots 10^6$ перетворень у секунду. У той же час статична похибка цього типу перетворювачів, обумовлена в основному використаним у ньому ЦАП, може бути дуже малою, що дає можливість реалізувати роздільну здатність до 18 двійкових розрядів при частоті вибірок до 200 кГц (наприклад, DSP101 фірми Burr-Brown).

Розглянемо методичний підхід до вивчення принципів побудови й роботи АЦП послідовного наближення на прикладі класичної структури (рис. 4.4)

4-розрядного перетворювача, що складається із трьох основних вузлів: компаратора, регістру послідовного наближення (РПН) і цифро-аналогового перетворювача.

Вхідна напруга подається на перший вхід компаратора, а на другий його вхід – еталонна напруга, яка східчасто змінюється за часом. Вихідний сигнал компаратора подається на вхід регістру послідовних наближень, що синхронізується зовнішнім тактовим сигналом. Вихідний код регістра потрапляє на ЦАП, який із опорної напруги формує змінну еталонну напругу.

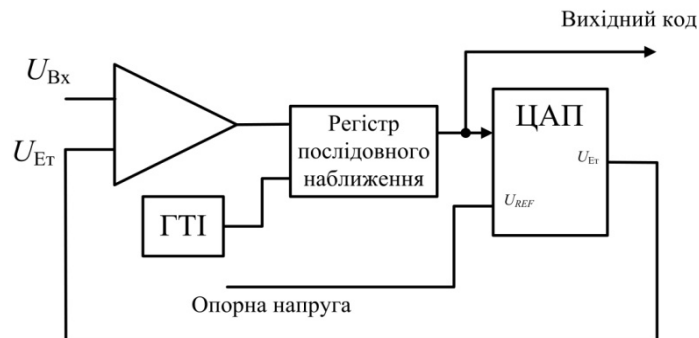


Рис. 4.4. Структурна схема АЦП послідовного наближення

Регістр послідовних наближень, в залежності від результату попереднього порівняння, вибирає наступний рівень еталонної напруги за алгоритмом:

- в першому такті після подачі команди «Пуск» із приходом першого тактового імпульсу РПН примусово задає на вхід ЦАП код, що дорівнює половині його шкали. Тобто вхідний сигнал порівнюється з половиною опорної напруги (рис. 4.5);

- якщо вхідний сигнал менший половини опорної напруги, то на наступному такті він порівнюється з 1/4 опорної напруги, а в РПН записується старший розряд вихідного коду, рівний нулю;

- якщо вхідний сигнал більший половини опорної напруги, то на наступному такті він порівнюється з 3/4 опорної напруги, а в РПН записується старший розряд вихідного коду, рівний одиниці;

- потім ця послідовність повторюється потрібну кількість раз зі зменшенням при кожному такті удвічі ступеня зміни еталонної напруги (на третьому такті – 1/8 опорної напруги, на четвертому – 1/16 и т. д.). В результаті опорна напруга в кожному такті наближається до вхідної напруги. В останньому n такті визначається молодший розряд.

Таким чином, у процесі перетворення на виході компаратора, як це видно з рис. 4.5, формується вихідне число у вигляді послідовного коду старшими розрядами вперед.

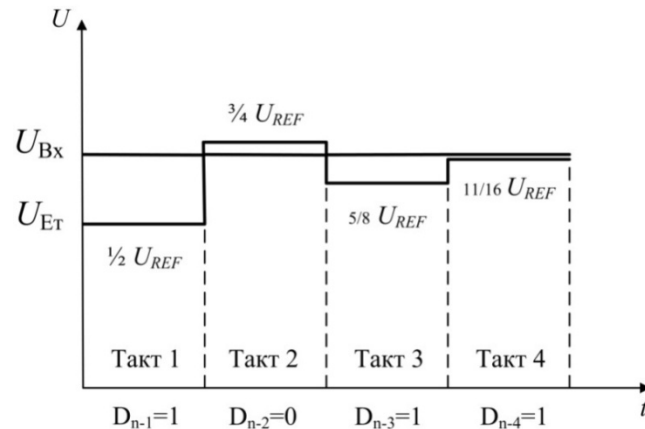


Рис. 4.5. Часова діаграма АЦП послідовного наближення

Апроксимацію вхідного сигналу двійковим кодом і перевірку цієї апроксимації для кожного розряду наочно пояснити студентам дає можливість використання логічної схеми (рис. 4.6).

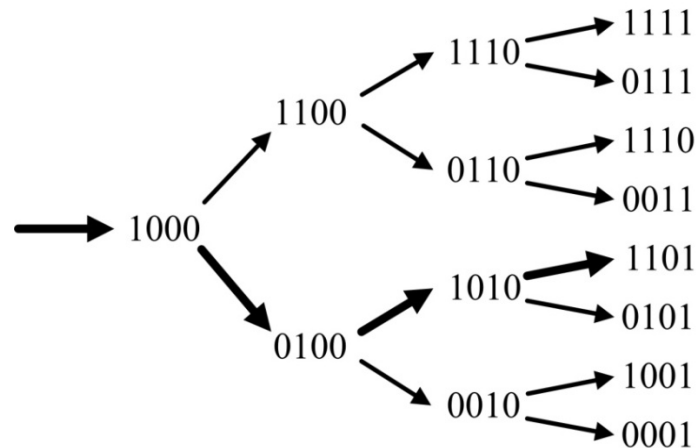


Рис. 4.6. Логічна схема роботи АЦП послідовного наближення

Вивчення процесів, які відбуваються у АЦП можна здійснювати за допомогою технічної літератури, структурних і принципових схем та із застосуванням реальних пристроїв (АЦП, осцилографа). Але даний шлях вимагає досить значного часу на засвоєння бази знань з техніки безпеки та поводження з приладами для правильного проведення досліджень. Значно підвищити ефективність вивчення матеріалу за короткий період часу можна за допомогою імітаційного моделювання з використанням персональних ЕОМ. Такий підхід дає можливість подавати інформацію в зручній формі, усунути проблеми щодо проведення вимірів на реальних об'єктах, проводити графічне відображення процесів, що досліджуються у реальному масштабі часу.

Проведемо розробку моделі (восьмирозрядного) АЦП послідовного наближення (рис. 4.7).

Ця модель відповідно до завдання повинна забезпечувати проведення таких досліджень:

- дослідження залежності значень отриманого коду від параметрів вхідного сигналу та перевірка правильності перетворення – отримання контрольного аналогового сигналу в ЦАП;

- дослідження форми та значень сигналів на проміжних етапах перетворення (в так званих точках контролю).

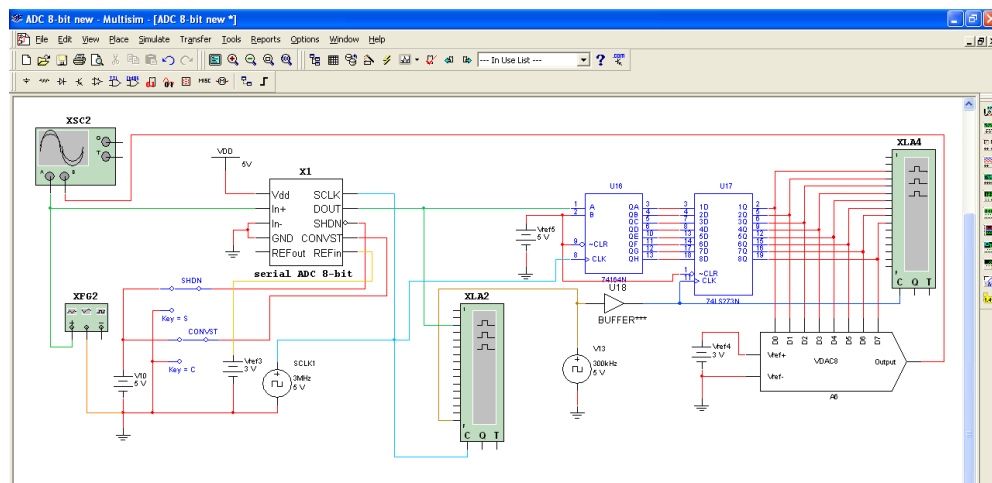


Рис. 4.7. Імітаційна модель восьмирозрядного АЦП послідовного наближення в програмі Multisim

Використання моделей створених за допомогою спеціального комп'ютерного середовища «Multisim» є досить простим та робить доступними складні та дорогі прилади. Запропонований підхід до вивчення АЦП сприяє вдосконаленню освітнього процесу, активізації навчальної діяльності, покращенню якості засвоєння навчального матеріалу, подоланню формального підходу до дисципліни і формуванню навичок абстрактного та логічного мислення.

Найбільш складним завданням при практичній реалізації комп'ютерної лабораторії залишається спряження ПК (цифрового пристрою) із різноманітними датчиками (в більшості своїй аналоговими). Єдиним виходом в дані ситуації є використання аналого-цифрових перетворювачів. Хоча досить поширеним було використання для введення аналогового сигналу входу звукової карти, яка конструктивно складається із АЦП та ЦАП. Проте недоліками цього способу є: звуження функцій комп'ютера (неможливість роботи зі звуком), незахищеність від перевантаження, відмінність між характеристиками звукових карт різних виробників, неможливість вимірювання постійної напруги (без застосування додаткових пристроїв) та вузький діапазон частот (як правило, 40 – 15000 Гц). Перевагами цього способу реалізації вимірювальної комп'ютерної лабораторії є простота реалізації, можливість використання готового програмного забезпечення та промислово виготовленої звукової карти. Внаслідок своїх недоліків такі розробки, хоч і відрізняються простотою, мають вузьке коло як технічних, так і методичних можливостей [336].

У загальному випадку, до ПЕОМ пристрої можуть бути підключені чотири основними шляхами, що відповідають типам стандартних зовнішніх інтерфейсів, засоби яких входять до базової конфігурації комп'ютера:

- через системну магістраль;
- через паралельний інтерфейс Centronics;

- через послідовний інтерфейс RS-232C;
- через послідовний інтерфейс USB.

Під інтерфейсом слід розуміти сукупність уніфікованих апаратних, програмних та конструктивних засобів, необхідних для реалізації взаємодії різних функціональних елементів у системах, за умов, зазначених стандартом і спрямованих на забезпечення інформаційної, електричної та конструктивної сумісності вказаних елементів. До апаратних засобів відносяться кабелі, роз'єми, плати розширення, а до програмних – драйвери, за допомогою яких реалізується протокол обміну [36], [149], [301], [302]. На початку 2000-х найбільш поширеними інтерфейсами для роботи з АЦП були: послідовний, паралельний, ігровий порт. Ігровий порт призначений для приєднання до ПК двох джойстиків, тобто має 4 цифрових та 4 аналогових входи. Головними недоліками є поодинокі комплектація ним сучасних комп'ютерів та можливість тільки введення інформації.

Проте стрімкий розвиток інформаційних технологій постійно розширює кількість стандартних інтерфейсів підключення до комп'ютера зовнішніх пристроїв: USB 1.x, USB 2.0, USB 3.0, PCMCIA, FireWire, IrDA, Bluetooth, WiFi. Найбільше поширення останнього часу внаслідок своїх характеристик набув USB (англ. Universal Serial Bus –«універсальна послідовна шина») (табл. 4.1). Проте програмування зовнішніх пристроїв під цей інтерфейс надзвичайно складне завдання.

Таблиця 4.1

Характеристики інтерфейсів

	Системна магістраль	Інтерфейс Centronics	Інтерфейс RS-232C	Інтерфейс USB
Швидкість обміну	Висока (до 5 Мбайт/с і вище)	Середня (до 100 Кбайт/с)	Низька	60 Мбайт/с
Довжина і тип лінії зв'язку з комп'ютером	Вбудовані пристрої	До 2 метрів, багатопроводовий кабель	До 15 метрів, одиночний провід	До 5 метрів, чотирьох провідниковий кабель
Допустима складність пристроїв	Від малої до середньої	Будь-яка	Будь-яка	Будь-яка
Складність вузлів узгодження з інтерфейсом	Від малої до середньої	Від малої до середньої	Від середньої до високої	Висока
Додаткові конструкції	Не потрібні	Потрібні	Потрібні	Потрібні
Зовнішнє джерело живлення	Не потрібне	Потрібне	Потрібне	Лінія живлення: до 500 мА (USB 2.0), до 900 мА (USB 3.0)
Формат і розрядність даних	Паралельний, 8 або 16 розрядів	Паралельний, 8 розрядів	Послідовний	Послідовний

Кількість пристроїв, що підключаються до комп'ютера	До 6	1	1	127
Підтримка «гарячого» підключення	Не має	Не має	Не має	«PlugandPlay»

Єдиним реальним суперником USB 2.0 є IEEE 1394 (Institute of Electrical and Electronic Engineers 1394) – послідовна високошвидкісна шина, яка призначена для обміну цифровою інформацією між комп'ютерами та іншими цифровими пристроями. Шина IEEE 1394 реалізує гнучку топологію, тобто можливість використання цифрових пристроїв без комп'ютера. Швидкість передачі даних шини – 100, 200, 400 Мбіт/с, відстань – до 4.5 м, кількість пристроїв – до 63. Як і USB, шина IEEE 1394 забезпечує можливість переконфігурування апаратних засобів комп'ютера без його вимкнення («PlugandPlay»). Інтерфейс 1394 (FireWire, i-Link) певний час розглядався як заміна АТА, але ліцензійна політика Apple, яка вимагає оплати за використання кожного чіпа контролера, зруйнувала ці плани на користь SATA.

До категорії wireless (безпроводних) зовнішніх інтерфейсів відносяться IrDA, Bluetooth та WiFi. В технології IrDA використовується канал передачі за допомогою оптичних пристроїв інфрачервоного діапазону. Він заснований на архітектурі комунікаційного СОМ-порта ПК (швидкість передачі даних 2400 – 115200 біт/с) та є найбільш дешевим та зручним способом передачі даних на відстань кількох десятків метрів. Технологія Bluetooth працює в діапазоні частот 2.4 ГГц та призначена для організації персональних безпроводних мереж на відстані до 10 метрів із пропускнуою здатністю 780 кбіт/с. Технологія WiFi – сімейство стандартів передачі цифрових потоків даних по радіоканалам. Останні розробки забезпечують швидкість передачі даних зі швидкістю до 600 Мбіт/с в радіусі до 100 км. Для побудови мережі необхідно мати точку доступу та мережеві адаптери, які коштують досить дорого.

У таблиці 4.2 наведений порівняльний аналіз основних методів підключення пристроїв до ПЕОМ, за 8-ма параметрами, які необхідно враховувати при виборі. Кожен із вказаних методів підключення має свої переваги та недоліки. Вибір одного з них – найважливіший крок на самому початку проектування апаратного забезпечення проведення лабораторних робіт [347], [359], [360].

Із таблиці видно, що вибір системної магістралі забезпечує одну з найбільших швидкостей обміну. При цьому немає необхідності в застосуванні окремої конструкції (плата встановлюється в корпус комп'ютера), додаткового джерела живлення (використовується той, що є в комп'ютері). У той же час, одноплатне виконання обмежує складність пристрою, що розробляється, присутній також високий рівень електромагнітних завад та наведень у ланцюгах живлення. Тому даний метод підключення є малоприматним для застосування під час розробки апаратного забезпечення проведення

лабораторних робіт з фізики.

Послідовний інтерфейс із 9- або 25-контактними роз'ємами призначений для повільно діючих та віддалених периферійних пристроїв та використовується для підключення миші, модема, послідовного принтера, а також для зв'язку між комп'ютерами. Інформація передається побітно, а одиницею обміну є символ, який подано кодом із 5 – 8 біт. Як правило, в комп'ютері є принаймні один послідовний порт, який називають COM1 (адреса 3F8h–3FFh).

Оскільки інформація по шині даних комп'ютера передається у паралельному коді, то його контролер перетворює паралельний код у послідовний під час передавання та навпаки – під час приймання.

Для обміну інформацією найчастіше використовується стандарт RS232 з наступними характеристиками:

- максимальна швидкість передавання сягає 115200 біт/с;
- максимальна довжина кабелю – 18 м;
- напруга на лінії – 12 В.

Перевагами послідовного інтерфейсу є можливості використання живлення від імпульсного блока живлення системного блока та робота з віддаленими об'єктами.

Паралельний інтерфейс із 25- контактним роз'ємом призначений в основному для підключення принтера, але використовується також для обміну інформацією. У ньому для передачі біт у слові є окремі сигнальні лінії, і біти передаються одночасно. Паралельні інтерфейси використовують логічні рівні ТТЛ (транзисторно-транзисторної логіки), що обмежує довжину кабелю через невисоку перешкодозахищеність ТТЛ інтерфейсу. Передавання даних може бути як одно- (Centronics), так і двонаправленим (Bitronics) [36], [313].

Інтерфейс Centronics завдяки простоті спряження та зручності програмування широко застосовується для підключення до комп'ютера нестандартних пристроїв. Але вибір розробником саме цього інтерфейсу для зв'язку ПЕОМ з пристроєм, що розробляється, повинен бути свідомим і враховувати ряд обмежень.

По-перше, можливості реалізації різних протоколів інформаційного обміну з пристроєм через паралельний порт досить невеликі. Дійсно, невелика кількість сигнальних ліній інтерфейсу і можливості його програмування не дають можливості реалізувати обмін щодо переривань або прямий доступ до пам'яті. Практично необхідно обмежуватись програмно-керованим обміном.

Крім того, так як інтерфейс Centronics є програмно-керованим, швидкість інформаційного обміну не може бути досить великою і напрям залежить від швидкодії комп'ютера. Є також обмеження на довжину ліній зв'язку пристрою, що підключений до інтерфейсу Centronics. Він повинен бути розташованим на відстані не більше 1,5 – 2 метри від комп'ютера. Ще однією особливістю інтерфейсу Centronics є відсутність на його роз'ємі шин живлення. Це означає, що пристрій, який підключається до комп'ютера, повинен застосовувати зовнішнє джерело живлення.

Необхідно також виділити таку перевагу інтерфейсу Centronics, як простота його програмування на будь-якому рівні. У більшості мов програмування є процедури взаємодії з принтером, які легко використовувати і для програмування нестандартного пристрою.

Стандарт Centronics передбачає лише однонаправлений асинхронний вивід байтів в принтер, але сумісні з ним стандарти ECP, EPP, SPP забезпечують передавання даних в обох напрямках. Всі сигнали інтерфейсу Centronics передаються в рівнях TTL і розраховані на підключення одного стандартного входу TTL. Формування та прийом сигналів інтерфейсу Centronics проводиться шляхом запису та читання відведених для нього портів вводу та виводу. В комп'ютері може використовуватися три порти Centronics, що позначаються LPT1 (базова адреса 378h), LPT2 (базова адреса 278h), та LPT3 (базова адреса 3BCh).

При виборі типу спряження зовнішнього пристрою з комп'ютером необхідно виходити із співвідношення «вартість – технічні характеристики – дидактичні можливості», тому найбільш оптимальними з цієї позиції є послідовний та паралельний інтерфейси (у випадку підключення узгоджуючого пристрою). Цей висновок корелює з практичними розробками навчальних комп'ютерних вимірювальних систем, які існують на сьогодні.

Паралельний інтерфейс використано Г. Г. Матаєвим при створенні PCLab – комплексу апаратних програмних і методичних засобів, які забезпечують проведення автоматизованих лабораторних і навчально-дослідницьких робіт на фізичних і технічних об'єктах (моделях, стендах, установках) [36], [285]. Конструктор розрахований на роботу з паралельним інтерфейсом та складається із трьох виносних пультів і набору датчиків (геркон, термістор, ключ, транзистор, тригер, таймер, фотодатчик, прилад «Гелікоптер»). Внаслідок недоліків використаного інтерфейсу та використання застарілої елементної база дана розробка не отримала значного поширення, проте зарекомендувала себе простим, надійним і багатофункціональним засобом.

Народний вчитель РФ Л. В. Пігаліцин у своїй методичні розробці застосування комп'ютерів в школі – на уроках, практикумах і в проектній діяльності розробці використовує: LPT, COM та GAME порти, а також використовує готове програмне забезпечення при перетворенні звукової карти у генератор, осцилограф, спектроаналізатор, логічний аналізатор, частотомір. Створена ним комп'ютерна фізична лабораторія дає можливість використовувати ПК як фізичний прилад при проведенні експериментів [344], [345]. Проте використане ним програмне забезпечення має суттєві недоліки щодо використання в навчальному процесі.

Згідно теорії Ж. Піаже утворення основних мисленневих операцій має практичне діяльнісне коріння. Ідеї Піаже у 80-х роках минулого століття застосував С. Пейперт висунувши принцип конструктивізму: побудова інтелектуальних структур здійснюється найбільш ефективно під час діяльності над створенням конкретного реального продукту. Відсутність регламентації навчального процесу показав на практиці низьку ефективність теорії Пейперта,

проте розроблена технологія з успіхом використовується, особливо у природничо-наукових дисциплінах. Одним із прикладів реалізації такого підходу є універсальний конструктор фірми Philip Haris, який складається із набору кількох десятків датчиків (переміщення, тиску, вологості, світлового і магнітного потоку, радіоактивності і т.д.) та програмного і апаратного забезпечення для підключення до ПК. Конструктор дає можливість розглянути принцип роботи механізмів та машин, створити системи автоматичного управління на базі комп'ютера.

Універсальна комп'ютеризована лабораторна станція Nova5000 складається із планшетного комп'ютера (7" сенсорний дисплей (800x480), Intel XScale 416 МГц, 128 Мб, Microsoft Windows CE 5.0) із вбудованим реєстратором даних до якого можна приєднати від 4 до 16 зовнішніх датчиків (датчики температури, вологості, тиску, струму, відстані, освітленості, індукції магнітного поля та ін.) [36], [498]. Зараз, щоправда, існує можливість підключити довільні 8 із 65 датчиків до будь-якого ПК через реєстратор даних USB-Link. Ця мобільна лабораторія виробляється ізраїльською компанією Fourier і вже впроваджена в Росії під назвою комп'ютерна лабораторія «Архімед» [482], [498]. В комплект поставки входять керівництва користувача апаратних і програмних засобів та збірник лабораторних робіт по фізиці [498]. Головним недоліком програмного продукту Nova5000 є прив'язка до конкретної комп'ютерної системи та програмного продукту, що внаслідок обмеженості швидко втрачає актуальність та має значну вартість (вартість тільки одного датчика міститься в межах від 57 до 611 \$). Для роботи із зовнішніми датчиками використовується програма MultiLabCE, яка має закритий програмний код.

Найбільш поширеною, популярною і ефективною для інженерної освіти та інноваційних досліджень є розробка американської корпорації National Instruments – LabView [496]. LabView (англ. Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) – середовище розробки і платформа для виконання програм, які написані на мові «G» фірми National Instruments (США). LabView використовується в системах збору і обробки інформації та для керування технічними об'єктами і технологічними процесами. Вона може, завдяки безкоштовному компоненту «LabView Runtime Engine», виконуватися і на тих комп'ютерах, на яких не встановлене повне середовище розробки. Програма підтримує величезний спектр обладнання та має багато числену бібліотеку компонентів:

- для підключення зовнішнього обладнання по найбільш поширеним інтерфейсам і протоколам (RS-232, GPIB-488, TCP/IP та ін.);
- для віддаленого керування ходом експерименту;
- для генерації і цифрової обробки сигналів;
- для застосування різноманітних математичних методів обробки даних;
- для візуалізації даних і результатів їх обробки (включаючи 3D-моделі);
- для моделювання складних систем;
- для взаємодії з іншими додатками в рамках концепції COM/DCOM/OLE.

Програмне забезпечення LabView дає можливість використовувати різноманітні інженерні підходи і власні алгоритми до розробки комплексних автоматизованих систем починаючи від теоретичної розробки аж до практичної реалізації. Програма дає можливість підключити та налаштувати будь-які вимірювальні пристрої для широкого спектра апаратних вимірювань та інструментів комунікації, інтегрувати їх і порівняти з даними моделювання. Вона містить кілька тисяч інженерних і наукових додатків для обробки сигналів, їх фільтрації, частотного аналізу, статистичної обробки, інтерполяції, 2D і 3D візуалізацію та ін. Важливим є те, що користувач може доповнити LabView своїми власними алгоритмами. Безкоштовна реєстрація в Інтернет-спільноті викладачів, студентів та інженерів National Instruments дає доступ до великої колекції контенту, що заощаджує час та надає ідеї для ефективного навчання. Недоліками даного продукту є значна вартість як самого програмного продукту, так і датчиків та існування тільки англomовної версії. Крім того, LabView – це продукт із закритим вихідним кодом і для ОС Windows вимагає активації.

Дослідження, присвячені розробці теорії та практики дидактичного застосування комп'ютерних засобів і методів навчання, що проводилися в Україні протягом останнього десятиріччя, створили міцну методологічну, психолого-педагогічну та методичну основу використання комп'ютера у навчальному процесі з фізики. Проте створення достатньо універсального апаратно-програмного забезпечення для вимірювання широкого спектра фізичних величин та розробка конкретних методик його застосування і на сьогодні є не до кінця вирішеною проблемою. Зроблений в даному розділі аналіз типів АЦП, видів інтерфейсів, розроблених апаратно-програмних засобів для експериментальних досліджень дає змогу оцінити переваги та недоліки різних способів реалізації комп'ютерного вимірювального комплексу та сформулювати вимоги щодо його створення. Програма курсу фізики, яка є основою фундаментальної підготовки, передбачає можливість засвоєння загальних понять з основ електроніки та засобів обчислювальної техніки. Тому конструювання цифрових пристроїв для комп'ютерного експерименту – елемент технічної творчості, який збільшує мотивацію та ефективність навчального фізичного експерименту. Така організація навчального процесу не лише дає можливість формувати певні практичні навички і уміння, а і є дієвим засобом засвоєння позитивного досвіду пізнавальної діяльності й розвитку творчих здібностей.

4.2. Розробка та використання комп'ютерної лабораторії у навчальному експерименті з фізики

Нові стандарти освіти передбачають розширення функцій комп'ютера в навчанні, використання його не тільки в курсі інформатики, а також під час викладання інших предметів для моделювання, конструювання та дослідження реальних об'єктів, що перетворює комп'ютер в якісно новий універсальний

засіб навчання. Для спряження комп'ютера (цифрового пристрою) та реальних фізичних систем (як правило аналогових) використовуються аналого-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі (АЦП і ЦАП) [33], [37]. Зроблений вище аналіз способів реалізації аналого-цифрових перетворень та інтерфейсу підключення зовнішніх пристроїв до комп'ютера вимагає актуалізації інформації та методичних підходів до її розгляду. Аналого-цифрові перетворювачі приймають на вході неперервні сигнали від аналогових пристроїв і видають на виході відповідні їм дискретні сигнали, які можна оброблювати за допомогою ЕОМ та інших цифрових пристроїв. Під час організації зв'язку між зовнішніми цифровими пристроями та комп'ютером виникає необхідність у використанні двійкових кодів, логічних операцій, окремих бітів і байтів та в інтерпретації результатів обробки інформації на фізичному рівні.

Інформація в комп'ютерах і цифрових пристроях подається у вигляді електричних, магнітних, оптичних величин, проте найзручніше її подавати у вигляді напруги постійного струму. Зміна будь-якої фізичної величини, яка несе в собі інформацію, називається сигналом. Сигнали поділяються на аналогові (неперервні) та цифрові (дискретні), які більш широко використовуються в сучасній техніці для кодування будь-якої інформації. Для її подання і зберігання, а також для виконання арифметичних і логічних операцій, використовуються різноманітні системи числення [36], [42], [45], [47], [52], [72], [99], [140], [196]. У цифровій техніці використовуються більш прості та зручні позиційні системи числення. Найбільше поширення отримали двійкова, вісімкова і шістнадцяткова системи числення з основами відповідно 2, 8 і 16. Основа позиційної системи – кількість різних цифр, які використовуються в розрядах для зображення чисел. Будь-яке число в позиційній системі можна подати в розгорнутому вигляді як суму степенів основи з коефіцієнтом у вигляді цифр:

$$1206_{10} = 1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0;$$

$$10011101_2 = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

$$1206_{10} = 1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0.$$

Основна система числення в цифровій техніці – двійкова, а одиницею інформації є біт – один розряд двійкової системи. Група з восьми сусідніх бітів називається байтом. Перевагами двійкової системи є простота технічної реалізації та виконання операцій, проте для сприйняття людиною вона громіздка та незручна. Для переведення чисел із однієї системи в іншу можна використовувати таблицю 4.2, у якій зображено перші шістнадцять цілих чисел в різних системах числення.

Таблиця 4.2

Значення чисел у різних системах числення

Система числення	Числа							
2	0	1	10	11	100	101	110	111
8	0	1	2	3	4	5	6	7
10	0	1	2	3	4	5	6	7

16	0	1	2	3	4	5	6	7
Система числення	Числа							
2	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
8	10	11	12	13	14	15	16	17
10	8	9	10	11	12	13	14	15
16	8	9	A	B	C	D	E	F

Існує велика кількість способів перетворення аналогового сигналу напруги або струму, що змінюється плавно та безперервно, в потік цифрових даних, що становлять собою дискретну кодовану послідовність імпульсів. На практиці частіше всього використовується аналого-цифрове перетворення за допомогою імпульсно-кової модуляції. У цьому випадку сигнал подається у вигляді послідовності відліків, які беруться через визначені інтервали часу, тобто з певною частотою дискретизації. Існує два способи передавання інформації по каналах зв'язку – послідовний і паралельний. При послідовному всі розряди цифрового сигналу передаються послідовно один за одним по одній лінії, тобто за один такт (часовий інтервал між двома сусідніми моментами дискретного часу) передається лише один розряд. При паралельному кожен розряд передається по окремій лінії, тобто за один такт передаються всі розряди. Процес передавання інформації може здійснюватись синхронно або асинхронно. У першому випадку напруга змінюється тільки з появою спеціальних синхронізуючих сигналів, а в другому – в довільні моменти часу. Під час передавання на великі відстані використовується послідовний код із застосуванням асинхронного коду.

До комп'ютера зовнішні пристрої можуть бути підключені через стандартні зовнішні інтерфейси: системну магістраль, паралельний інтерфейс Centronics, послідовний інтерфейс RS-232C, послідовний інтерфейс USB, ігровий порт, PCMCIA, FireWire, IrDA, Bluetooth, WiFi. Основним критерієм вибору типу підключення є співвідношення «вартість – технічні характеристики – дидактичні можливості», тому найбільш оптимальними з цієї позиції є послідовний та паралельний інтерфейси (у випадку підключення розгалужуючого пристрою).

Зараз існує кілька авторських та промислових апаратно-програмних засобів для проведення навчального фізичного експерименту: PCLab (Г. Г. Матаєв), методичні розробки Л. В. Пігаліцина, універсальна комп'ютеризована лабораторна станція Nova5000, розробка американської корпорації National Instruments – LabView [234], [285], [344], [345], [362], [482], [496], [464], [480].

Проведений аналіз типів інтерфейсів та огляд розроблених комп'ютерних фізичних лабораторій дає змогу провести класифікацію даного класу приладів (рис. 4.8). Спираючись на класифікації технологій навчання фізики та технічних засобів навчання [163], [446], [451] можна виділити наступні класифікаційні основи:

- організаційні види діяльності: технологія лабораторної роботи, лабораторного практикуму; технологія підготовки і проведення демонстраційного експерименту; технологія домашньої експериментальної роботи.

- трансляційна основа педагогічної взаємодії: індивідуальні, фронтальні, групові;

- ступінь самостійного мислення при роботі з програмно-апаратними засобами: репродуктивні, творчі, проблемно-пошукові;

- ступінь керівництва навчальною роботою з комплексом: навчальна робота під керівництвом учителя, самостійна робота в аудиторії.

- функціональне призначення: вимірювання температури, напруги і т.д.

- принцип роботи АЦП: послідовне, паралельне, послідовно-паралельне;

- ступінь автоматизації проведення експерименту: автоматичний, напівавтоматичний, ручний;

- вид інтерфейсу: послідовний, паралельний;

- відкритість програмного коду: закритий, відкритий;

- тип Інтернет-технології: WEB 1.0, WEB 2.0;

- логіка роботи вимірювальних комп'ютерних комплексів: з лінійною програмою роботи, тобто не залежно від зворотного зв'язку, і з розгалуженою програмою, що забезпечує різні режими роботи залежно від якості та обсягу зворотного зв'язку.

Розроблена класифікація є основою для створення апаратно-програмних засобів для проведення фізичного навчального експерименту. Вона дає змогу оцінити переваги та недоліки різних способів реалізації комп'ютерного вимірювального комплексу та сформулювати вимоги по його створенню. Інтерфейс комп'ютерного вимірювального комплексу, який розроблено автором, реалізовано через штатні порти: LPT, COM, USB, але для зв'язку із датчиками використовується послідовний інтерфейс. Комплекс реалізований на технологій WEB 2.0 та об'єднаний з методичним контентом в навчально-методичний комплекс «eФізика», тому дає можливість реалізувати розгалужену програму роботи із ручним та напівавтоматичним ступенем проведення експерименту [234].

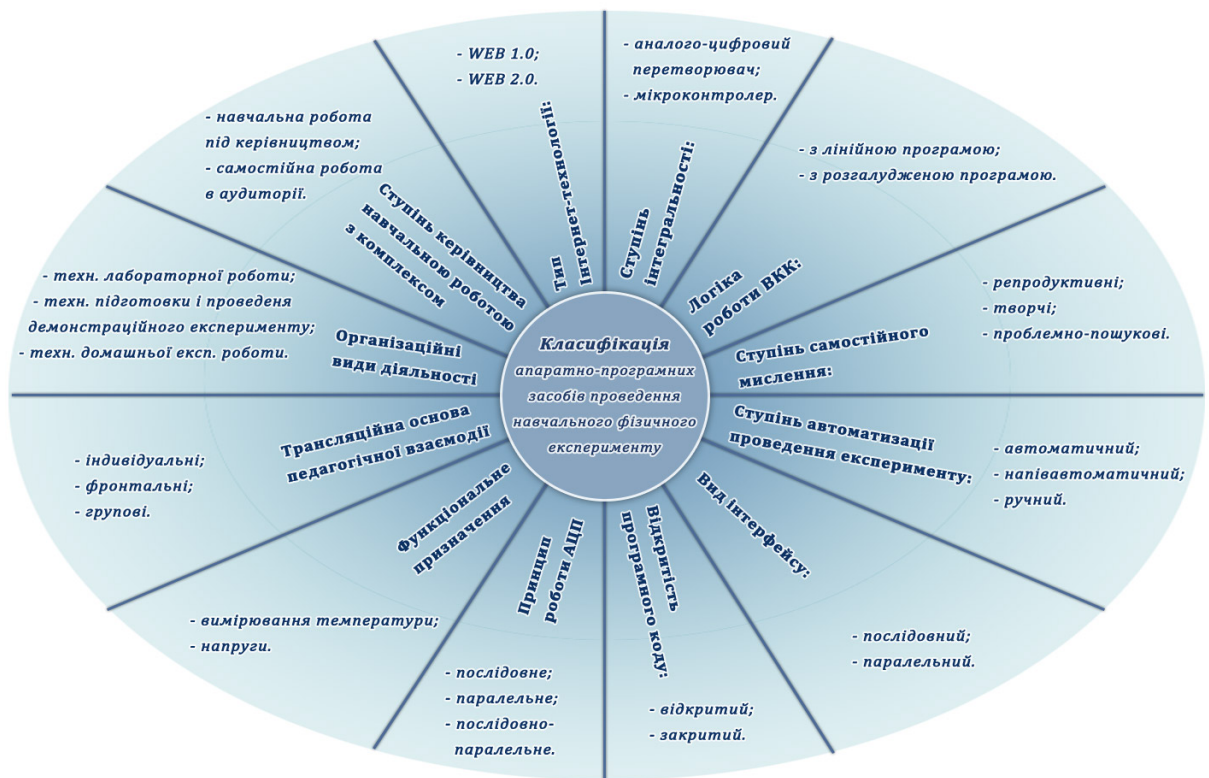


Рис. 4.8. Класифікація комп'ютерних фізичних лабораторій

Практична реалізація комп'ютерного вимірювального комплексу вимагає адекватного вибору типу АЦП. Область застосування будь-якої мікросхеми АЦП визначається тим, який принцип перетворення у ній використовується, тому необхідно знати особливості цих принципів. Для вибору і використання АЦП потрібно користуватися докладними довідковими даними від фірми-виробника. Існує велика кількість способів перетворення аналогового сигналу напруги або струму, що змінюється плавно та безперервно, в потік цифрових даних, що становлять собою дискретну кодовану послідовність імпульсів. На практиці частіше всього використовується аналого-цифрове перетворення за допомогою імпульсно-кової модуляції.

У цьому випадку сигнал подається у вигляді послідовності відліків, які беруться через визначені інтервали часу, тобто з певною частотою дискретизації. Запам'ятовуючи значення вхідного сигналу в певні моменти часу, цей пристрій забезпечує збереження величини взятого відліку на час процесу перетворення цього сигналу в цифрову форму, під яким розуміється перетворення амплітуди кожного відліку у форму двійкового кодового слова з визначеною кількістю розрядів. Спосіб, що використовується для виконання такого перетворення і визначає можливості, складність та вартість аналого-цифрового перетворювача. У недалекому минулому перші АЦП – це великі друковані плати або, в кращому випадку, гібридні модулі, які, як правило, мали високу вартість. Напівпровідникові інтегральні мікросхеми аналого-цифрових перетворювачів теж спочатку мали великі розміри та високу ціну, випускалися

в незручних корпусах та з великою кількістю виводів [474]. Навіть зараз такі незручності характерні для деяких типів мікросхем, які мають високі характеристики (роздільна здатність, швидкодія, кількість входів). Та прогрес рухається у напрямку їх постійного вдосконалення.

Необхідність вбудовувати високоякісні аналого-цифрові перетворювачі у вироби та товари широкого використання, які все більше й більше ґрунтуються на цифрових технологіях, змусила виробників напівпровідникових приладів застосувати нові технології та підходи до вирішення цієї проблеми [36], [292], [312], [314] [479]. Зараз існує можливість використовувати аналого-цифровий перетворювач у корпусі з вісьмома виводами. Дані схеми широко використовуються для роботи з найбільш сучасними компонентами – RISC мікроконтроллерами та цифровими сигнальними процесорами. Головною особливістю таких аналого-цифрових перетворювачів є організація керування роботою мікросхеми по одно- або дводротовій послідовній шині (SPI, Microware, I2C, і т.д.), а не через паралельний інтерфейс, що вимагало б наявності одного виводу мікросхеми на кожен розряд шини керування. Такий спосіб передавання даних накладає певні обмеження на швидкість обміну, але за певних умов можна досягти швидкості 1 Мбіт/с.

При виборі типу спряження зовнішнього пристрою з комп'ютером необхідно виходити із співвідношення «вартість – технічні характеристики – дидактичні можливості», тому найбільш оптимальними з цієї позиції є послідовний та паралельний інтерфейси (у випадку підключення узгоджуючого пристрою). Цей висновок корелює з практичними розробками навчальних комп'ютерних вимірювальних систем, які існують на сьогодні.

На рис. 4.9 зображена принципова схема стандартних послідовних аналого-цифрових перетворювачів, які випускаються в корпусах, що мають вісім виводів [141]. Принцип їх роботи полягає у постійному покроковому накопиченні в проміжному регістрі даних двійкового кодового слова, що відповідає пропорційно різниці між діючим на вході перетворювача аналоговим сигналом та значенням опорної напруги.

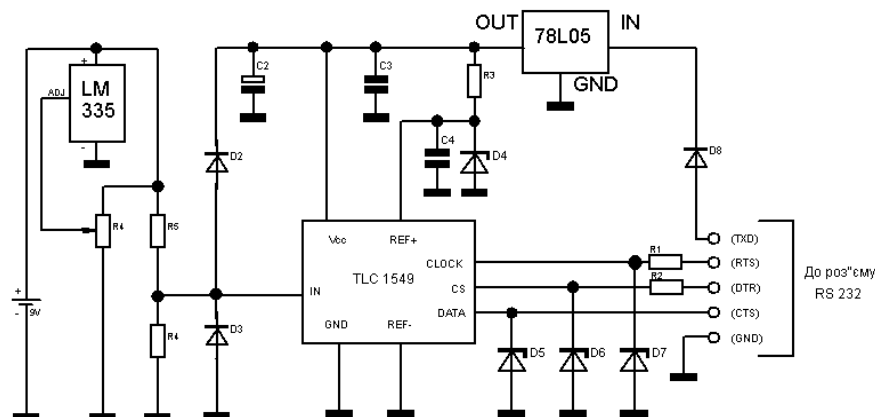


Рис. 4.9. Принципова схема послідовного аналого-цифрового перетворювача

На практиці, з врахуванням особливостей та можливостей схем дискретизації та квантування, не варто розраховувати на подолання межі в декілька десятків тисяч вимірів за секунду, що в середньому відповідає частоті дискретизації 20 кГц. Таким чином, ці електронні компоненти, безперечно, не можна порівнювати із надшвидкими аналого-цифровими перетворювачами типу «flash» та «video», але вони, не дивлячись на це, відносяться до класу швидкодіючих аналого-цифрових перетворювачів. Саме через це вони, маючи розрядність 8, 10, 12, добре підходять для застосування в області створення віртуальних вимірювальних приладів. Логічний контролер із вбудованим тактовим генератором керує роботою схеми перетворювача, що функціонує за принципом послідовного наближення.

На рис. 4.10 наведене розміщення клем мікросхеми TLC 549IP фірми Texas Instruments.

Такий аналого-цифровий перетворювач має тільки один аналоговий вхід ANALOGIN і два входи для підключення опорної напруги. Якщо клемка REF – підключена до загального контакту GND, то на виході мікросхема буде формувати байт, рівний «00000000» при нульовій напрузі на аналоговому вході, та «11111111» – при вхідній напрузі, рівній опорній [502], [503], [504].

Рис. 4.10. Розміщення клем аналого-цифрового перетворювача TLC 549IP

Однією із суттєвих переваг даної схеми АЦП є те, що вона працює практично з будь-якою тактовою частотою, яка також може плавно змінюватись і визначатись керуючою системою.

Часто виникає необхідність проведення вимірювань кількома АЦП, яка обмежується кількістю СОМ портів персонального комп'ютера. Для вирішення даної проблеми автором використовується розгалужувач LPT-4СОМ, який дає змогу приєднати через LPT порт до чотирьох СОМ пристроїв (рис. 4.11). Перетворення послідовного коду в паралельних здійснюється за допомогою мікросхем MAX232.

Цифрові інтегральні схеми, які використовуються в даній розробці, потребують напруги живлення +5, +12, –5 та –12 В. Для живлення більшості розроблених зовнішніх пристроїв, як правило, використовується блок живлення комп'ютера, що забезпечується застосуванням послідовного порта. Проте силові елементи комплексу (нагрівники, електродвигуни) живляться від зовнішнього джерела.

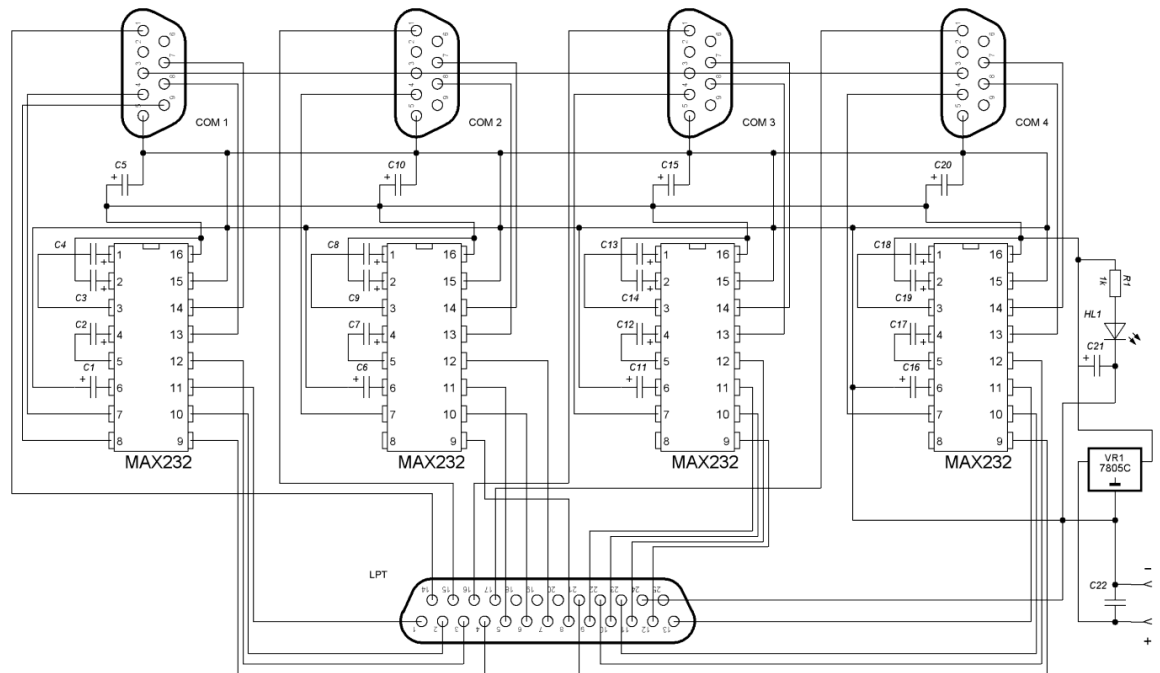


Рис 4.11. Принципова схема розгалужувача LPT-4COM

При порівнянні реальних та розроблених вимірювальних пристроїв необхідно брати до уваги точність вимірювань та швидкодію. Точність розроблених вимірювальних пристроїв визначається не тільки кількістю цифр, що виводяться на екран. Одним із головних критеріїв є розрядність аналого-цифрового перетворювача. Цей параметр визначає ступінь розпізнавання при вимірюваннях, тобто найменшу різницю між двома сусідніми значеннями, яку здатний розрізнити вимірювальний пристрій. Наприклад, восьмирозрядний АЦП здатний формувати 2^8 , або 256 різних значень вихідного сигналу. Якщо ж його повна шкала складає 5 В, він зможе розрізнити два рівні вихідної напруги, що відрізняються приблизно на 20 мВ; це відповідає гальванометру класу точності 0,4 або більшості осцилографів. Простий розрахунок показує, що вхідна напруга 4 В може бути виміряна з точністю біля 0,5%, а напруга 100 мВ – лише з точністю біля 20%. Тут проявляється відоме емпіричне правило «останньої третини шкали», яке, ймовірно, відоме всім користувачам аналогових мультиметрів і залишається актуальним у цифрову епоху.

12-розрядний АЦП з можливістю формування на виході $2^{12} = 4096$ різних значень може виміряти напругу 4 В з точністю біля 0,03%, а 100 мВ – з точністю біля 1,2 %. Звичайно, ці розрахунки справедливі за умови, що всі електронні компоненти в АЦП мають допуски, що відповідають вказаним величинам. Не слід, наприклад, розраховувати на середню точність 1% у вимірювальних ланцюгах, що зібрані на звичайних резисторах, які мають допуск 5%.

Крім цього, досить суттєвою для точності всього пристрою є точність характеристик джерела опорної напруги, що працює з АЦП, та врахування температурного дрейфу.

З усього сказаного вище впливає, що для отримання високоточних вимірювань недостатньо просто зібрати АЦП з 12-ма розрядами чи більше. Необхідно також врахувати інші аспекти та застосовувати додаткові заходи. Що ж стосується швидкодії, необхідно зазначити, що більшість цифрових пристроїв, більш дешевих, має відносно вузьку смугу робочих частот. Це пов'язано, з одного боку, із затратами часу, що необхідні АЦП для виконання кожного перетворення «аналог-цифра», а з іншого – затратами часу, необхідними для програмної обробки результатів.

Головним недоліком розробленого на основі АЦП пристрою є можливість роботи тільки в межах від 0 до 5 В. Тому розширення меж напруг, що вимірюються, здійснюється за допомогою вхідного підсилювача.

Центральний елемент схеми такого пристрою – подвійний операційний підсилювач LM358. Такий вибір зроблено тому, що названий елемент розроблений давно та є зараз широко розповсюдженим. Крім того, перевага такого підсилювача в тому, що він може працювати з напругами, наближеними до нуля. Для живлення цього пристрою, який споживає струм не більше 1 мА, вистачить звичайної дев'ятивольтової батарейки. Ємність конденсатора буде залежати від умов вимірювань: величина 1 мкФ дасть змогу працювати на дуже низьких частотах, а величини 0,1 мкФ достатньо для роботи у звуковому діапазоні. Номінали резисторів були обрані таким чином, щоб перший каскад мав одиничне підсилення, а вхідний опір складав 1 МОм. Другий каскад має коефіцієнт підсилення, що перемикається на 1, 10 або 100. Потенціометр цього каскаду дає можливість або точно відкалібрувати підсилення під час настройки, або регулювати його плавно, як, наприклад, це можна зробити за допомогою звичайного осцилографа при повертанні ручки «Підсилення плавно». Для реалізації коефіцієнта підсилення, рівного 100 в ланцюгу зворотного зв'язку операційного підсилювача використовується резистор з номіналом 1 МОм, а для коефіцієнта підсилення 10 – паралельне з'єднання резисторів 100 кОм та 1 МОм. Для отримання одиничного підсилення застосовується звичайна перемичка [374], [432]. Щоб забезпечити високу точність пристрою, калібрування потрібно проводити при коефіцієнті підсилення 10, тому що в режимі «**3**» з підсилювачем LM358 виникає ефект зміщення нуля, який усунути повністю шляхом компенсації складно. На рис. 4.12. наводиться топологічна схема друкованої плати, розробленого підсилювача [141], [207], [234].

Рис. 4.12. Топологічна схема друкованої плати вхідного підсилювача

Розроблена принципова схема вхідного підсилювача забезпечує можливість вимірювання як постійних, так і змінних значень напруги, а також відповідає вимогам простоти і точності

вимірювання величини напруги в діапазоні від одиниць до десятків мілівольт та має низьку вартість.

Для вимірювання струму, опору та інших фізичних параметрів необхідно використовувати різноманітні додаткові пристрої. Серед всієї різноманітності датчиків, які можна підключати до АЦП для обробки за допомогою комп'ютерного вимірювального комплексу є датчик температури. Завдяки широкому робочому діапазону він може застосовуватися в різноманітних лабораторних установках. Широкі можливості масштабування, що закладаються в програмне забезпечення для віртуального вимірювального комплексу, дають змогу значно спростити попередню обробку сигналу, а то й повністю від неї відмовитися.

Враховуючи простоту схемотехніки АЦП, що пропонуються, необхідно застосовувати такий же простий датчик температури. У цьому випадку платиновий дріт не підходить, оскільки має низьку чутливість та нелінійність параметрів, що потребує застосування декількох операційних підсилювачів; непридатною виявляється і термопара, оскільки компенсатор «холодного спаю» має складну конструкцію та потребує досить ретельного налаштування. Терморезистори з додатним чи від'ємним температурним коефіцієнтом опору досить чутливі до змін температури. Вони досить легко підключаються, проте їх характеристики нелінійні, а тому їх складно калібрувати [141].

У діапазоні температур від -50°C до $+150^{\circ}\text{C}$ значні переваги мають кремнієві датчики. Достатньо чутливі, володіють лінійною характеристикою, а до того ж вони мають низьку вартість. За точністю вимірювання вони аналогічні АЦП. До цього класу відносяться мікросхеми типу LM 335 (або її варіанти LM 135 та LM 235). Дана мала інтегральна схема виконана в корпусі транзисторного типу і може розглядатися як стабілітрон з температурним коефіцієнтом напруги, рівним 10 мВ/К . Робочий діапазон температур мікросхеми LM 335 знаходиться в межах від -40°C до $+100^{\circ}\text{C}$ (для LM 135 від

-50°C до $+150^{\circ}\text{C}$). При цьому нульова вихідна напруга відповідає температурі абсолютного нуля.

Температурна характеристика мікросхеми LM 335 наведена в таблиці 4.3.

З характеристики видно, що вихідна напруга змінюється від $2,23\text{ В}$ при температурі -50°C до $4,23\text{ В}$ при $+150^{\circ}\text{C}$. Ці параметри відповідають робочому діапазону АЦП, що був описаний вище – від 0 до 5 В .

Таблиця 4.3

Температурна характеристика мікросхеми LM 335

№ з/п	Напруга (В)	Температура ($^{\circ}\text{C}$)
1	0	-273
2	2,23	-50
3	2,73	0
4	2,98	25
5	3,73	100
6	4,23	150
7	5	227

Якщо ж не ввести в схему елементи калібрування, то невідповідність між температурою і вихідною напругою в найгіршому випадку досягне 90°C . Отже, для вирішення завдання побудови апаратного забезпечення проведення лабораторних робіт з фізики необхідно в схему датчика температури ввести змінний резистор для калібрування. З урахуванням всього сказаного вище розроблена принципова схема датчика температури (рис. 4.13) [105].

Рис. 4.13. Принципова схема датчика температури

Після розробки апаратного забезпечення для проведення лабораторних робіт з фізики досить складним та важливим завданням є імплементація програмного забезпечення. Ключовим етапом процесу створення програмного забезпечення є розробка алгоритму його роботи. Правильна організація алгоритму забезпечить не тільки коректну роботу приладу, а й – подальше удосконалення та розширення його можливостей. Надання доступу до алгоритму роботи дасть змогу коректно інтегрувати новий функціонал в

існуючий (рис. 4.14).

Кожна програма повинна містити наступні складові частини: драйвер, базу даних, блок обробки результатів вимірювань, блок візуалізації. Драйвер – це файл, що має розширення «*.SYS» та забезпечує надання програмі, що його використовує, привілей «режиму ядра» – найвищого привілею в операційній системі. Цей привілей надає можливість доступу програми безпосередньо до портів вводу та виводу. Розроблена апаратна частина працює під керуванням драйвера, який реалізований на мові програмування TurboPASCAL:

```

program dixbits;
uses crt;
var n,f,e:byte;
    b,g:integer;
    d:real;
    procedure init;
begin
b:=$3F8; n:=10;
port[b+4]:=1;
delay(100);
port[b+3]:=64;
delay(500);
end;
    procedure acquisition;
begin
port[b+4]:=0; d:=0;
for f:=0 to n-1 do
begin
port[b+4]:=2;
e:= port[b+6] and 16;
port[b+4]:=0;
if e=16 then d:=d+exp((n-1-f)*ln(2));
end;
end;
end;
d:=(5*d)/(exp((n)*ln(2))-1);
end;
    procedure affiche;
begin;
acquisition;
d:=(int(100*d))/100;
writeln(d);
delay(500);
end;
begin;
clrscr;
init;
for g:=1 to 20 do
begin;
affiche;
end;
end.

```

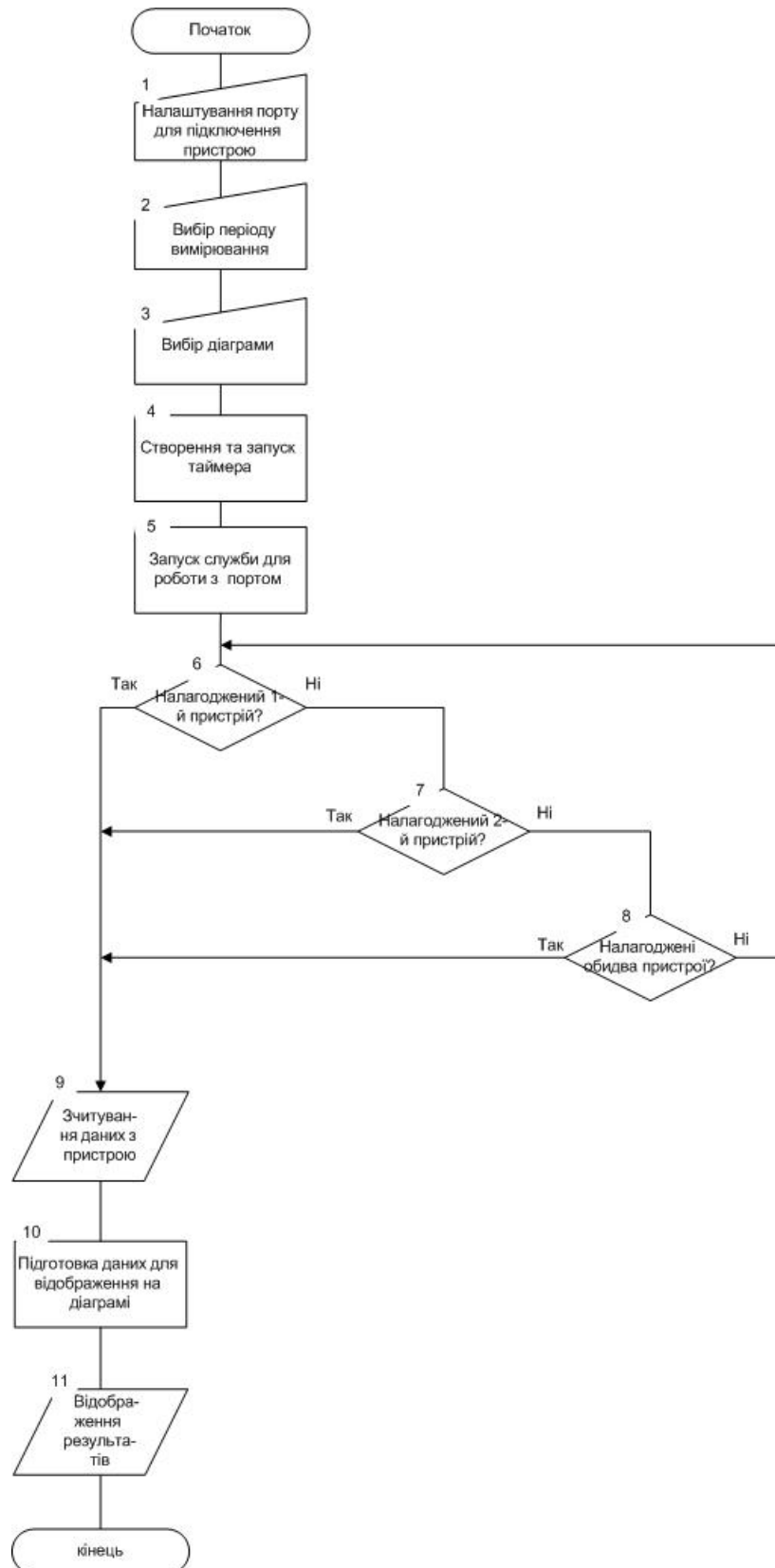



Рис 4.14. Блок-схема алгоритму програми

База даних призначена для зберігання даних, отриманих у процесі вимірювання. Блок обробки результатів вимірювань забезпечує взаємодію програмної та апаратної частини, приймання даних через порт вводу/виводу, їх перетворення та збереження в базі даних. Блок візуалізації надає можливість за

допомогою зручного інтерфейсу користувача керувати процесами обробки та відображення даних, а також апаратною частиною.

Програмне забезпечення розроблене в оболонці BorlandBuilderC++ для операційних систем MSWindows 9X, 2000, XP, NT. Лістинг однієї з розроблених програм наведено в додатку В1.

Блок 1. Налаштування порта для підключення пристрою. Створюється інтерфейс для користувача, який дає змогу вибрати порт, до якого підключені вимірювальні прилади. Реалізований в програмі інтерфейс наведений на рис. 4.15.

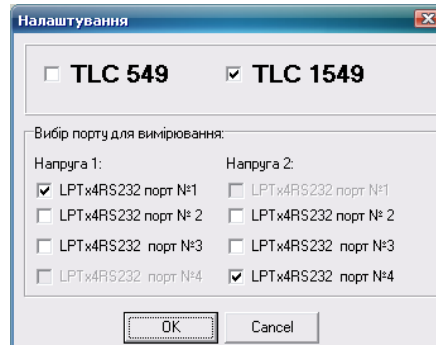


Рис. 4.15. Вид інтерфейсу для налаштування порта до якого підключений вимірювальний пристрій

Блок 2. Вибір періоду вимірювання. Пропонується декілька стандартних налаштувань для вибору періоду вимірювань в секундах і, додатково, – можливість визначення періоду користувачем самостійно у мілісекундах.

Блок 3. Вибір діаграми. Пропонується кілька варіантів відображення інформації в залежності від підключених вимірювальних пристроїв і подання залежності параметрів (рис. 4.16).

Блок 4. Включення системного таймера для розрахунку часу. Реалізується системний таймер, що дає можливість проводити відлік часу і формувати періодичність зчитування даних вимірювання з порта і їх відображення на діаграмі в залежності від налаштувань користувача.

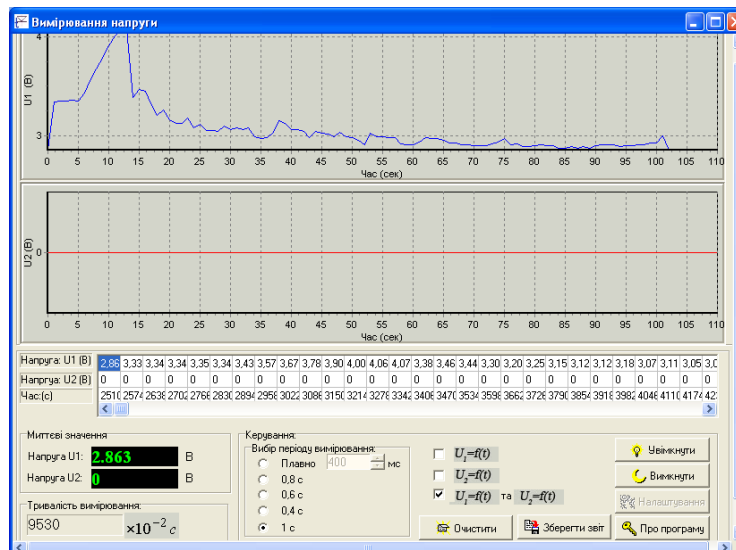


Рис. 4.16. Інтерфейс програми «Вимірювання напруги». Вимірювання першої напруги

Блок 5. Запуск служби для роботи з портами. Реалізується відкриття порта, до якого підключений пристрій вимірювання. Для роботи з портом використані API функції, причому драйвер для роботи з COM/LPT портами запрограмований на мові Асемблер. Розроблена також функція для запуску служби, яка контролює наявність даних на вибраному порту.

Блок 6 – 8. Визначення і візуалізація діаграми для відображення даних вимірювання. В залежності від установок користувача проводиться вибір і налаштування програми для розрахунку і відображення результатів вимірювання. Якщо не зроблений вибір або відсутні дані на портах, то виводиться повідомлення користувачу і пропонується повторити початкові налаштування програми.

Блок 9. Зчитування даних з порту. В залежності від вибору порту користувачем проводиться зчитування даних вимірювання. Для зчитування використані API функції і запущена служба, які реалізовані в блоці 5.

Блок 10. Підготовка даних для відображення на екрані монітора. Проводиться розрахунок показників в залежності від даних, які отримані при зчитуванні з порта, до якого підключений вимірювальний пристрій. Проводяться розрахунки даних для подальшого відображення на діаграмах.

Блок 11. Відображення результату. Отримані дані з вимірювального пристрою і отримані розрахунки в блоці 10 відображаються на екрані монітора у графічному та цифровому виді.

Інтерфейс комп'ютерної програми дає можливість записувати значення спадів напруги на першій (рис. 4.17) та другій ділянках кола.

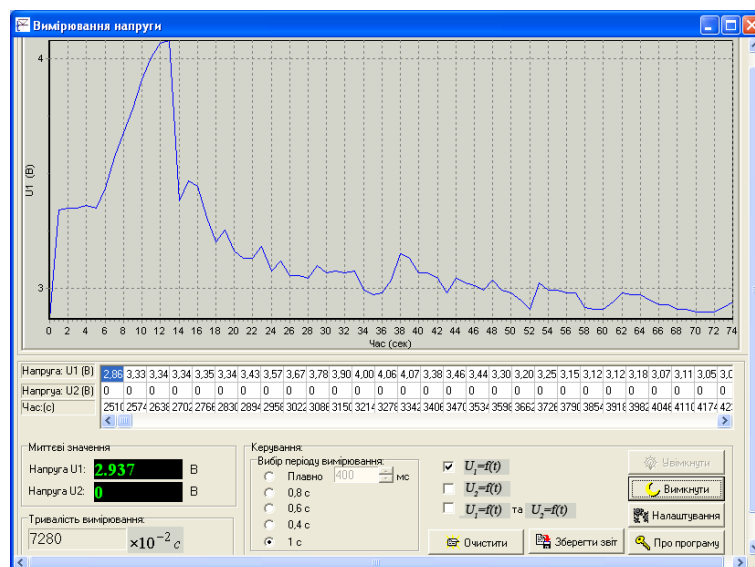


Рис. 4.17. Інтерфейс програми «Вимірювання напруги». Вимірювання першої напруги

Наведені у розділі апаратно-програмні засоби для проведення експериментальних досліджень, об'єднані в навчально-методичний комплекс «eФізика». Програмно-апаратна частина комплексу дає можливість:

автоматизувати процес дослідження та керування експериментом; прискорити процеси проведення вимірів, накопичення та обробки інформації; скоротити час на підготовку та проведення дослідів; зберігати результати в зручному вигляді для подальшого опрацювання; підвищити точність та достовірність отриманих даних. Особливо слід відмітити, що розроблене програмне забезпечення роботи зовнішніх пристроїв з послідовним портом є продуктом з відкритим програмним кодом. Використання розробленої блок-схеми алгоритму роботи програми дає можливість створювати аналогічні комплекси та розширювати їх функціональні можливості.

Ефективне і якісне використання засобів сучасної електронної техніки студентами напряму підготовки «Телекомунікації» у майбутній професійній діяльності вимагає більш ґрунтовного ознайомлення з основними принципами і поняттями електроніки і комп'ютерної техніки. Завданням вищої інженерної освіти на сучасному етапі є не лише передача студентам певної суми знань, а формування творчого компетентнісного фахівця. Ключовою рисою цього процесу є орієнтованість процесу навчання на кінцевий результат, тобто реалізація компетентнісного та діяльнісного підходів. «Креативність (від лат. *Cretio* – створювання) – загальна здатність до творчості, характеризує особистість у цілому, проявляється вона в різних сферах активності, розглядається як відносно незалежний фактор обдарованості. Творча людина схильна до нестандартних способів розв'язування задач, здатна до оригінальних і нестандартних дій, відкриття нового, створення унікальних продуктів» [184].

Існує стереотип, що більшість викладачів природничо-наукових дисциплін є прихильниками технократичної педагогіки, для якої характерні авторитарно-директивний стиль управління процесом навчання, репродуктивний характер діяльності студентів та засвоєння вузьких предметно-дисциплінарних знань. Впровадження комп'ютерного навчально-методичного комплексу «eФізика» при вивченні дисциплін «Фізика», «Фізика оптичного зв'язку», «Хімія», «Матеріалознавство» на передній план висуває демократичний стиль взаємовідносин викладача і студента, їх співробітництво, творчі та продуктивні завдання. Відтак реалізуючи системні заходи, спрямовані на комп'ютеризацію навчання, можна значно підвищити рівні навчальних досягнень студентів з фізики, оновити способи педагогічної і наукової діяльності, широко впровадити інформаційно-комунікаційні технології в освітню діяльність майбутніх фахівців телекомунікацій, що в подальшому сприятиме ефективному розв'язанню ними професійних завдань.

4.3. Використання методу проектів у процесі підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій

Метод проектів виник понад 90 років тому і за цей час пережив злети і падіння, але набув нового сенсу в умовах розвитку комп'ютерних технологій. Проект – сукупність певних дій, документів, текстів, елементів електричних

кіл, електронних пристроїв, призначених для створення реального об'єкту, предмету або теоретичного продукту (електронного пристрою, комп'ютерної програми, мультимедійної презентації, публікації, веб-сайту, тощо). Проект є самостійною розробкою студента (чи групи студентів), яка розв'язує певну проблему. Проектна діяльність студентів забезпечує пріоритет надпредметних соціально значимих знань і умінь, що найбільше відповідає парадигмі особистісно-орієнтованої освіти, тому що саме ці знання і вміння дозволяють молоді упродовж життя успішно реалізуватися у професійній діяльності [188], [234].

Вдосконалення освіти не можливе без суттєвої інформатизації освітнього процесу та програмно-методичного забезпечення аудиторної і, особливо, самостійної роботи студента. Застосування комп'ютерних технологій збагачує навчальний процес завдяки використанню комп'ютера як знаряддя проведення досліджень, створення публікацій, засобу обміну інформацією. При створенні проекту використовуються середовища програмування; програми, що входять до стандартного пакету Microsoft Office; електронні та мультимедійні енциклопедії; графічні редактори та ін.

Є. С. Полат розуміє під навчальним телекомунікаційним проектом «організовану діяльність на основі комп'ютерних телекомунікацій, яка має спільну проблему, мету, узгоджені методи, способи діяльності, спрямовані на досягнення загального результату» [353, 3]. Проектні роботи вона класифікує за наступними критеріями: довготривалість (короткострокові, довгострокові), кількість учасників (індивідуальні, парні, групові), характер контактів (внутрішні, регіональні, міжнародні), характер координації (відкрита, прихована), предметно-змістова галузь (монопроекти, міжпредметні), домінуючий вид діяльності (дослідження, творчі, рольово-ігрові, інформаційні, практично-орієнтовані проекти) [353, 4].

Метод проектів як педагогічна технологія включає в себе цілий спектр методів: як дослідницьких, так і проблемних. Ця прогресивна методика навчання і розвитку дає можливість студентам конструювати свої знання, розвиває пізнавальні мотиви, дослідницькі навички, критичне мислення, формує навички мислення високого рівня, вміння адаптуватися в швидкозмінних умовах інформаційного суспільства.

В. І. Слободченко виділяє такі типи робіт і основні етапи проектування:

- концептуалізація (розробка концепції проекрованої реформи);
- програмування (сукупність необхідних видів діяльності в їх логічній і тимчасовій послідовності);
- планування дій щодо реалізації проекту, який включає в себе зазначені види розробок, реальні завдання, виконавців, кінцеві результати, їхніх споживачів;
- практична реалізація задуму (цілеспрямоване формування особливого виду ресурсів: інтелектуально-вольового, морально-позиційного, управлінського, професійно-діяльнісного, тощо [418]).

Для використання методу проектів необхідне виконання ряду умов:

- Формулювання цікавої дослідницької і творчої технічної проблеми, яка вимагає інтеграції знань. Прикладом практично-орієнтованого міжпредметного проекту, що доцільно використовувати у випадку навчання студентів телекомунікаційного профілю є створення вимірювального комплексу на основі аналого-цифрового перетворювача чи мікроконтролера, який підключено до персонального комп'ютера.

- Отримані в результаті виконання проекту результати повинні мати практичну цінність. Оскільки розроблений в нашому випадку пристрій дасть можливість отримувати дані про реальні об'єкти та передавати їх у комп'ютер для подальшої розробки, то на його основі можна створити вимірювальний комплекс.

- Здійснення структурування змісту проекту (представлення інформації у двійковому коді, принципи роботи АЦП та мікроконтролера, вибір типу інтерфейсу, розробка принципової схеми пристрою у випадках послідовного та паралельного інтерфейсу, оцінка точності вимірювання та швидкодії, розробка додаткових пристроїв для зняття фізичних параметрів, розробка друкованої плати, виготовлення пристрою, розробка програмного забезпечення, практичне використання виготовленого вимірювального комплексу).

- Чіткий розподіл реалізації проекту на етапи, які можуть мати різні рівні складності (визначення проблеми, формування гіпотези, оформлення кінцевих результатів).

- Організація самостійної роботи студентів доцільним на даному етапі способом: індивідуальна, парна, групова.

- Відповідність поставлених проблем майбутній професійній діяльності, реальним інтересам та потребам студентів;

- Творче співробітництво всіх суб'єктів педагогічного процесу, яке направлене на самостійність студентів.

Проведений у першому розділі аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури свідчить, що проектний метод навчання є ефективним у плані підготовки майбутніх фахівців у професійній школі. Нами визначено методичні засади його використання при формуванні професійних компетентностей студентів напрямку підготовки «Телекомунікації».

Робота над проектами дає можливість сформулювати універсальні компетентності (загальнонаукові, інструментальні, соціально-особистісні та загально культурні), а також професійні компетентності завдяки встановленню наукової основи проекту та зв'язків дисциплін напрямку підготовки фахівців з тематикою проекту та практичними навиками. Проектна діяльність формує професійну спрямованість майбутнього інженера телекомунікаційника як один з основних елементів його професійної компетентності. Важливим позитивним чинником проектної діяльності є те, що вона впливає не лише на формування базових, а і надпредметних знань, умінь, навичок.

Виробничий цикл сучасних технологій стає меншим ніж термін діяльності фахівців телекомунікаційної галузі, тому необхідна перебудова їх фахової

підготовки. За цих умов ключовим завданням вищої школи стає формування на основі фундаментальної освіти у майбутніх фахівців ознак професійної мобільності, вміння перебудувати власну професійну діяльність з урахуванням вимог ринку праці. Вдосконалення системи вищої професійної освіти телекомунікаційного напрямку потребує постійного оновлення змісту вищої освіти з метою більш повного забезпечення потреб суспільства, у тому числі і майбутніх; орієнтації на забезпечення конкурентоспроможності випускників на ринку праці; формування у студентів професійних та соціально особистісних якостей, які б дали можливість їм повністю реалізувати свій інтелектуальний потенціал, бути компетентним при вирішенні будь-яких завдань професійної діяльності та повсякденного життя. Вивчення студентами фундаментальних дисциплін, а особливо фізики повинно забезпечувати формування системного мислення.

Домінуючою рисою сучасності є формування інформаційного суспільства, для якого більш важливими є ідеї співробітництва, діалогу, поваги особистості і її прав; визнання іншої точки зору; прийняття рішень, що враховують інтереси всіх; новий тип людини – активний конкурентоздатний суб'єкт інформаційного суспільства, який здатний до професійного зростання і професійної мобільності та володіє розвиненими вміннями самостійної навчальної і науково-дослідної діяльності. Часто особистий пізнавальний інтерес студента охоплює тематику, яка далека від програмних вимог, але актуальна для сучасного науково-технічного розвитку. Зростає кількість студентів, бажаючих включитися в дослідницьку роботу, на початковому етапі визначитися з тематикою наукового пошуку, яка спрямована на підготовку дипломних робіт. Результати роботи над проектами можуть бути використані в курсовій та дипломних роботах студентів.

Специфіка навчального процесу в технічному університеті полягає у практичній направленості дисциплін, що вивчаються, при цьому фізика являє собою фундаментальну основу взаємопов'язаних дисциплін технічного напрямку (електротехніка, мікроелектроніка, матеріалознавство, фізика оптичного зв'язку і т.д.), вона також пов'язана з дисциплінами гуманітарного і економічного напрямків. Широкий спектр використання проектної технології зумовлений міждисциплінарним характером освіти та особливостями навчального процесу технічного університету. Тому особливо актуальним при вивченні фізики на перших курсах технічного університету є застосування методу проектів. Виявивши фізичну основу проекту а також зв'язки з іншими дисциплінами команда студентів може побудувати структурну та конструкторську частини проекту. З урахуванням вищезазначеного, структура виконання проекту при вивченні фізики може бути побудована наступним чином:

1. Анкетування студентів і формування груп, а також поява лідерів груп, розподіл функцій студентів по групах на основі особистісно орієнтованого методу.

2. Представлення найбільш цікавих для студентів сторін виконання проекту: теоретичні знання та практичні навички, зацікавленість у доведенні проекту чи наукових досліджень до результату.

3. Постановка цілей, задач проектів і створення умов для мотивації студентів.

4. Виявлення фізичних основ проектів.

5. Обговорення конструкторської частини проекту.

6. Практична реалізація проекту і його випробування.

7. Впровадження проекту в навчальну та науково-дослідницьку діяльність.

Прикладами успішно реалізованих проектів, виконання яких розпочато при вивченні дисципліни «Фізика», є розробка, виготовлення та впровадження: комп'ютерного запам'ятовуючого осцилографа та комп'ютерного програмно-апаратного вимірювального комплексу з блоком керування кроковим двигуном. Виконання обох проектів носить надпредметний характер і використовує контент цілого ряду дисциплін: «Вимірювання в техніці зв'язку», «Цифрова схемотехніка телекомунікацій», «Хімія та електрорадіоматеріали», «Теорія електричних кіл та сигналів», «Теорія електричного зв'язку», «Основи схемотехніки», «Цифрові пристрої та мікропроцесори», «Технічна електродинаміка», «Інформатика», «Метрологія, стандартизація та акредитація», «Комп'ютерне моделювання», «Комп'ютерні мережі та Інтернет», «Прикладні комп'ютерні технології».

У процесі виконання роботи над проектом було здійснено:

- складання структурної схеми пристрою;
- вибір основних електронних компонентів;
- розробку принципової схеми;
- розрахунок необхідних ланцюгів схеми;
- розробку друкованої плати пристрою;
- розробку мікропрограми керуючого контролера;
- розробку програмного забезпечення для ПК.

Комп'ютерний запам'ятовуючий осцилограф призначений виконувати вимірювання фізичних параметрів імпульсним методом, тому повинен мати наступні параметри:

- мінімальна тривалість вимірювального імпульсу: 1 мкс;
- діапазон частот вимірювання: 1 – 100 МГц;
- рівень сигналу на вході: 0 – 1 В;
- інтерфейс сполучення із ПК: RS-232.

Для сполучення пристрою із ПК було обрано інтерфейс RS-232, через простоту реалізації обміну даними. У зв'язку з тим, що від пристрою в ПК будуть передаватися досить невеликі порції даних (біля 32 кбайт) застосування інтерфейсів USB, FireWire або будь-яких інших, більш високошвидкісних, недоцільне через різке збільшення часових і фінансових витрат під час реалізації. На передавання 32 кбайт даних зі швидкістю 56 кбод, що забезпечує послідовний порт будь-якого ПК, витрачається приблизно 1,5 секунди, що цілком прийнятно. Оскільки інтерфейс RS-232 має специфікацію електричних

сигналів, відмінну від інтерфейсу USART мікроконтролера ATmega16, то для їх сполучення використовується перетворювач рівнів ST232 виробництва SGH-Thomson [488].

Аналіз поставлених вимог дає можливість зробити висновок, що пристрій повинен перетворювати вхідний аналоговий сигнал у цифровий вигляд, тому в схемі обов'язкова наявність АЦП. Дані, отримані шляхом перетворення аналогового сигналу в цифрову форму, мають тимчасово зберігатися у швидкодіючій оперативній пам'яті пристрою, яка повинна бути присутня в схемі. Для керування процесами перетворення, запису/читання даних з пам'яті та передавання їх на ПК необхідний керуючий блок. Також потрібно виготовити інтерфейс ний блок, що буде узгоджувати пристрій керування з ПК. На основі проведеного аналізу розроблена структурна схема пристрою (рис. 4.18).

Наступний етап виконання проекту полягає у розробці окремих блоків пристрою. При виборі типу аналого-цифрового перетворювача, до нього висувались наступні вимоги [501], [502]:

- АЦП повинен бути досить швидким, щоб його застосування було виправдано під час проведення вимірювань за допомогою імпульсних методів. Тобто АЦП повинен встигати робити достатню кількість вибірок для аналізу вимірювального імпульсу мінімальної тривалості, значення якої прийнято 1 мкс. Для прийнятної точності вимірів частота вибірок АЦП у цьому випадку повинна складати близько 20 – 40 МГц.

- Розрядність АЦП має бути достатньою для оцінки амплітуди вимірюваного сигналу. У промислових зразках вимірювальних приладів такого класу встановлюються АЦП розрядністю 8 біт, що є цілком достатнім. Наприклад, якщо повний розмах амплітуди сигналу становить 1 В, то при оцифруванні цього сигналу отримуємо ідеальну точність виміру напруги порядку 0,4 %.

- Шина АЦП повинна бути паралельна, для того, щоб уникнути застосування додаткових пристроїв обробки даних і знизити обчислювальне навантаження на мікроконтролер.

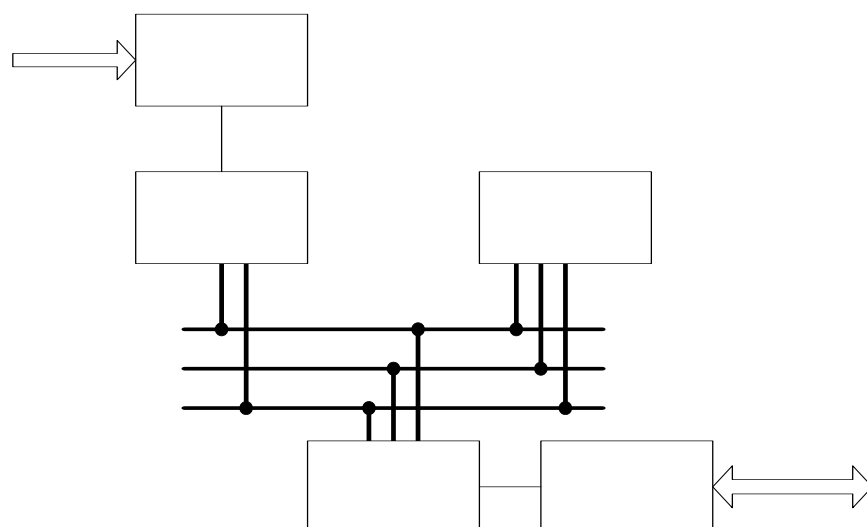


Рис. 4.18. Структурна схема апаратної частини комп'ютерного запам'ятовуючого осцилографа

В результаті проведеного аналізу характеристик АЦП різних виробників був зроблений вибір на користь мікросхеми ADS930 виробництва Texas Instruments. У порівнянні з мікросхемами АЦП інших виробників (Maxim, Analog Devices, SGH-Thomson) ADS930 має добре збалансовані характеристики, доступність і більш низьку вартість. Основні характеристики АЦП ADS930 [489]:

- розрядність: 8 біт;
- максимальна частота вибірок: 30 МГц;
- напруга живлення: 3 – 5 В;
- джерело опорної напруги: внутрішнє;
- діапазон вхідної напруги: 1 – 2 В;
- відношення сигнал/шум: 46 дБ;
- вхідний опір: 1,25 МОм;
- інтегральна нелінійність: ± 1 молодший біт;
- шина даних: паралельна.

У цілому мікросхема є досить гарним АЦП у своєму класі, а крім того, вона широко поширена й доступна. Ємність мікросхеми статичної пам'яті повинна бути достатньою для захвату такої кількості вибірок сигналу та можливості його відновлення й дослідження при мінімальній тривалості вимірювального імпульсу. При частоті вхідного сигналу в 100 кГц і частоті вибірок АЦП 30 МГц один повний період буде перетворений у цифровий вигляд за 300 вибірок.

З урахуванням різних частот вимірюваних сигналів ємність пам'яті доцільно прийняти близько 8 – 32 кбайт. Крім того, пам'ять повинна бути статичною, тому що при використанні динамічної пам'яті необхідно затрачати додаткові ресурси керуючого мікроконтролера для генерування циклів відновлення даних і підвищеної складності процедур запису/читання даних з пам'яті. Шини даних і адреси обрано паралельними з тієї ж причини, що й в АЦП. Чип пам'яті повинен відповідати швидкодії обраного АЦП. На світовому ринку електронних компонентів мікросхеми статичної пам'яті широко розповсюджені й доступні. На Україну ж мікросхеми даного класу імпортуються рідко та у невеликих кількостях. Як чип статичної пам'яті обрано мікросхему CY62256, яка повністю відповідає висунутим вимогам та широко доступна на Україні.

Основні характеристики мікросхеми статичної пам'яті CY62256 [491], [500]:

- ємність: 256 кбіт (32 кбайт);
- час циклу читання/запису: 55 нс;
- напруга живлення: 4,5 – 5,5 В;
- шина даних: 8 біт;
- можливість простого розширення ємності.

При виборі керуючого мікроконтролера основним критерієм була достатня швидкодія для забезпечення роботи зазначених вище електронних компонентів. Мікроконтролер повинен мати вбудований набір периферійних пристроїв для зв'язку із зовнішніми приладами (ПК) і зниження навантаження на АЦП [36], [90], [91], [92], [145], [214], [257], [430], [432], [432], [447], [448], [462], [463]. Важливим аспектом виконання проекту є самостійна робота студентів з довідковою літературою, специфікаціями пристроїв, які надають виробники. У процесі вибору мікроконтролера, а він проводився, в основному, між двома конкуруючими виробниками: Atmel з її 8-бітними RISC-мікроконтролерами й Microchip з її мікроконтролерами сімейства PIC, перевагу було віддано мікроконтролеру ATmega16 виробництва Atmel через більш розвинуту програмну й інформаційну підтримку продуктів. Крім того, для цієї серії мікроконтролерів було написано ряд програмних продуктів, що дають можливість емулювати і налагоджувати необхідну мікропрограму на звичайному ПК. Наявність високорівневих компіляторів мови C+ значно спрощує процес розробки пристрою. Основні характеристики мікроконтролера ATmega16 [488]:

- розвинена RISC-архітектура;
- до 16 мільйонів команд за секунду;
- 16 кбайт внутрішньої системної FLASH-пам'яті;

- інтерфейс внутрішнього системного програмування;
- інтерфейс USART.

На основі обраних компонентів складемо принципову схему пристрою (рис. 4.19).

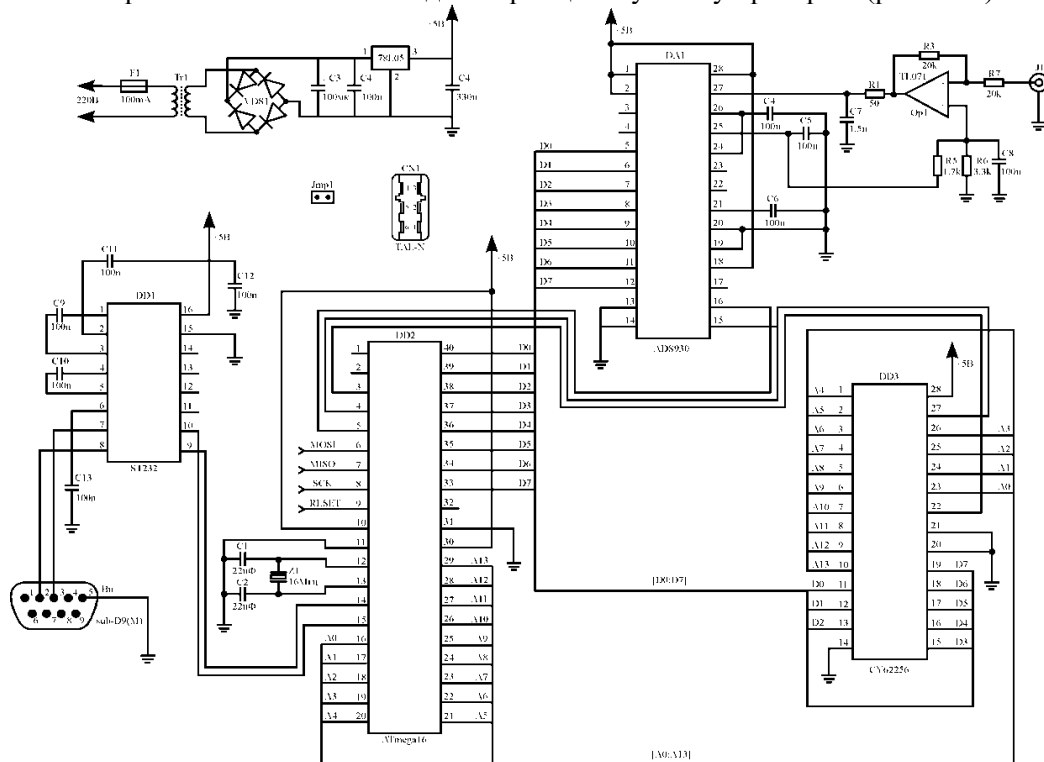


Рис. 4.19. Принципова схема апаратної частини комплексу:
([D0:D7] – шина даних; [A0:A13] – шина адреси)

Буферний каскад необхідний для узгодження опору джерела вхідного сигналу із входом АЦП. У його ролі використовується операційний підсилювач, включений за інвертуючою схемою з коефіцієнтом підсилення 1. Смуга пропускання операційного підсилювача при одиничному підсиленні повинна бути не меншою частоти Найквіста для АЦП. Тобто смуга пропускання операційного підсилювача повинна бути не меншою 15 МГц. Крім того, він повинен мати найменший рівень власних шумів і викривлень. Перерахованим вище вимогам повністю відповідає операційний підсилювач ОРА690 [502], [505].

Основні характеристики операційного підсилювача:

- напруга живлення: 5 – 12 В;
- час наростання: 1800 В/мкс;

-рівень шуму на вході: 5,5 нВ/

Діапазон вхідних напруг для АЦП має знаходитись у межах від 1 до 2 В, тому необхідно змістити робочу точку до рівня 1,5 В. Це здійснено за допомогою подачі опорної напруги 1 В, що генерується вбудованим в АЦП стабілізатором, на дільник напруги R5 – R6. З дільника знімається напруга 0,75 В, що подається на неінвертуючий вхід операційного підсилювача. Коефіцієнт підсилення на неінвертуючому вході дорівнює $1+(R3/R7)$. Тобто напруга зсуву підсилиться вдвічі й буде становити 1,5 В, що й було потрібно. У свою чергу, по інвертуючому входу коефіцієнт підсилення визначається виразом $-R3/R7$ і буде дорівнювати -1 [36], [363]. Між буферним каскадом і АЦП включений RC-фільтр НЧ, що затримує шумові складові вище 15 МГц.

Наступним етапом виконання проекту є розробка друкованої плати комп'ютерного запам'ятовуючого осцилографа, при якому необхідно врахувати множинну факторів, що впливають на кінцевий результат. На високих швидкостях роботи цифрових пристроїв паразитні елементи друкованих плат починають впливати на роботу пристрою в цілому [207]. З огляду на вищесказане було прийнято рішення розділити пристрій на три частини:

- основний блок (АЦП, буфер, пам'ять, мікроконтролер);

- блок живлення;
- інтерфейсний пристрій.

Це зроблено для фізичного рознесення блоків і вузлів, які створюють сильні наведення на вхід АЦП (складова 50 Гц від трансформатора блока живлення, сильний цифровий шум від перетворювача RS-232 – TTL), тим самим зменшуючи точність вимірів.

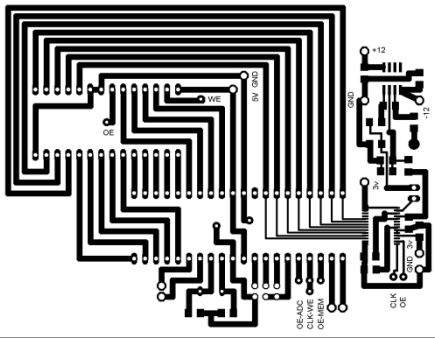
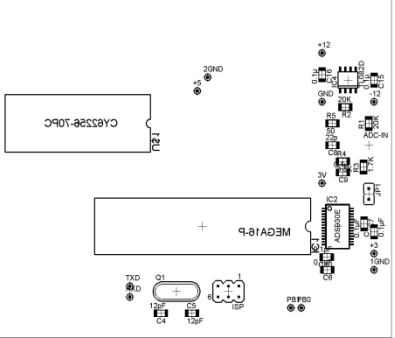
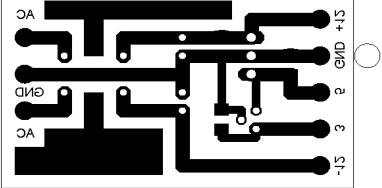
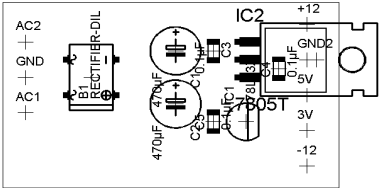
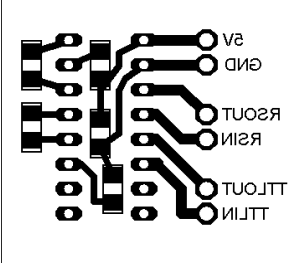
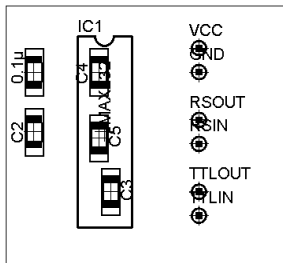
Друковані плати були розроблені в САПР CadSoft EAGLE 4.13. Цей програмний продукт виділяється своєю функціональністю й можливістю безкоштовного використання з деякими несуттєвими обмеженнями. Загальний вид друкованих плат наведений у таблиці 4.4 (без дотримання масштабу).

Розробка мікропрограми керуючого контролера проводилася мовою Assembler за допомогою наступних програмних пакетів для розробки й симуляції:

- VisualMicroLab 3.12;
- AVR Studio 4;
- ComPortToolkit 3.8.

Таблиця 4.4

Загальний вигляд друкованих плат

	Вигляд друкованої плати	Розташування компонентів
Основний блок		
Блок живлення		
Інтерфейсний блок		

Програмна частина комплексу для ПК була розроблена мовою Delphi та містить у собі наступний обсяг функцій:

- керування апаратною частиною комплексу;
- приймання даних від апаратної частини комплексу;
- збереження прийнятих даних;
- візуальне подання отриманих даних;
- можливість проведення вимірів характеристик отриманих сигналів;
- можливість налаштування функцій роботи з апаратною частиною.

Повний лістинг вихідних кодів програмного забезпечення наведений у додатку В2.

Важливим етапом виконання проекту є його випробування. Аналоговий сигнал, що підлягає виміру, через екранований роз'єм J1 надходить на інвертуючий вхід операційного підсилювача OP1, що має підсилення – $R3/R7 = -1$. З виходу операційного підсилювача сигнал надходить на вхід АЦП, проходячи через RC-фільтр, що додатково знижує рівень шумових складових на частотах, вище 15 МГц. При подачі живлення на пристрій мікроконтролер DD2 виконує початкове завантаження програми, що після старту ініціалізує периферійні пристрої й очікує встановлення зв'язку із ПК, який здійснюється через порт RS-232. Якщо зв'язок із ПК успішно встановлено, то пристрій переходить у режим очікування команд і передає на ПК повідомлення про готовність до проведення циклу вимірювання [234], [367], [419], [424], [425]. Після надходження команди початку циклу вимірювання мікроконтролер встановлює статичну пам'ять DD3 у режим запису, включає АЦП DA1 і видає на свої порти необхідні послідовності імпульсів. Ці послідовності керують циклом перетворення АЦП, записом отриманих від АЦП даних у пам'ять і генерування адреси для запису. Після заповнення пам'яті мікроконтролер зупиняє АЦП, переводить пам'ять у режим читання й передає накопичені дані на ПК. Після цього пристрій знову переходить у режим очікування команд від ПК. На цьому цикл виміру закінчується.

Розглянемо роботу розробленої програмної частини ADCatch пристрою. Після запуску програми відбувається її початкова ініціалізація й відображення основних вікон (рис. 4.20).

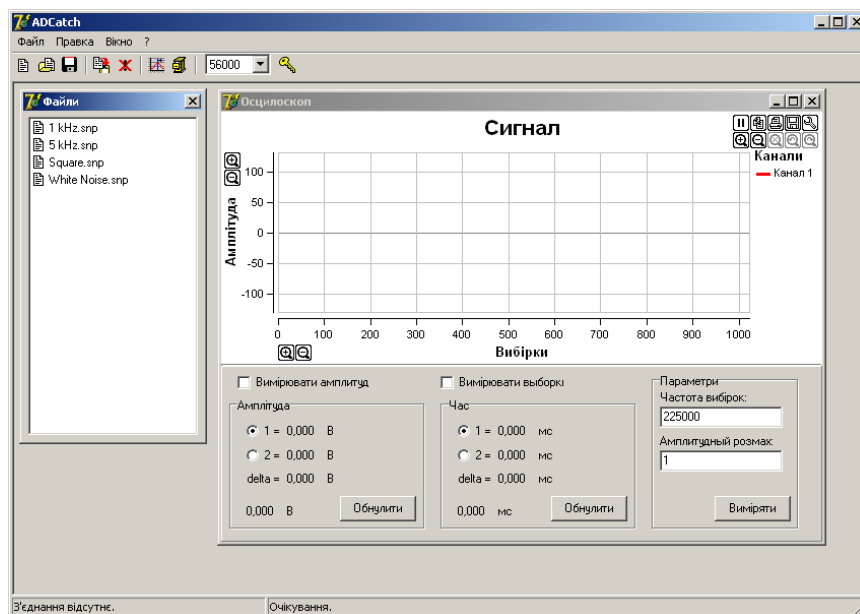


Рис. 4.20. Вікно програми ADCatch

У цей час ринок пристроїв такої спрямованості далекий від насичення, тому що подібні пристрої або виробляються обмеженими обсягами під замовлення, або розробляються комплекси на основі ряду готових пристроїв (генератори, осцилографи, інтерфейсні модулі та ін.). Порівняти розроблений пристрій із промисловими зразками цифрових запам'ятовуючих осцилографів можна тільки на рівні їх основних функціональних можливостей. На ринку віртуальних приладів найбільш економічно вигідні рішення виготовляє російська фірма АКТАКОМ [330]. Після вибору швидкості порту й натискання на кнопку встановлення з'єднання, відбувається обмін службовими повідомленнями між цифровим запам'ятовуючим осцилографом і програмою (за умови, що пристрій підключений до відповідного порта та включений у мережу). Програма, закінчивши розпізнавання пристрою, переходить у режим очікування команд від користувача.

Якщо користувач натискає на кнопку проведення виміру, то програма відсилає пристрою відповідну команду й очікує початку передавання даних від нього. Після приймання порції даних, програма відображає їх на екрані віртуального осцилографа. Використання комп'ютерного запам'ятовуючого осцилографа дає можливість вивчати форму знятого сигналу, здійснювати необхідні вимірювання, зберігати зняті осцилограми на жорсткому диску (рис. 4.21). Розроблений комп'ютерний запам'ятовуючий осцилограф може широко використовуватись для проведення лабораторних і навчально-дослідницьких робіт.

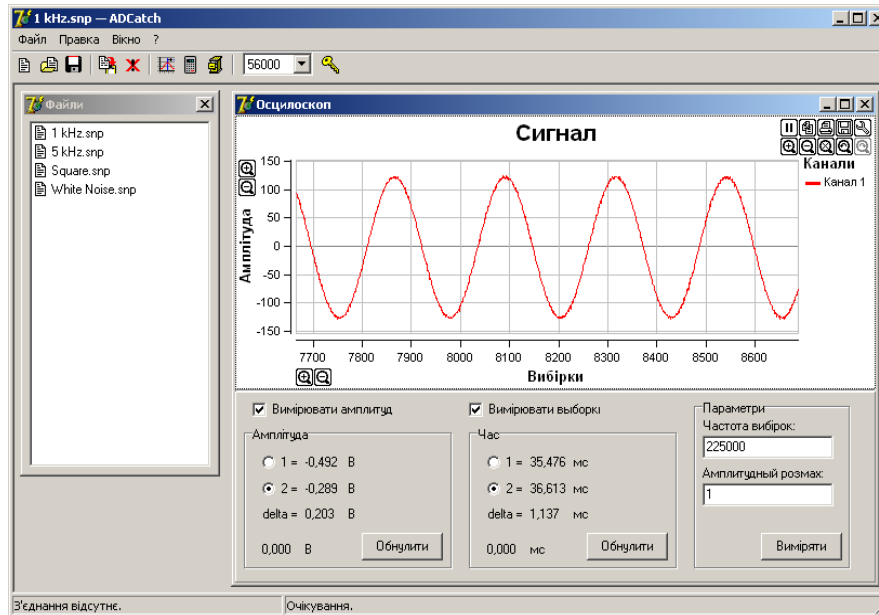


Рис. 4.21. Перегляд форми сигналу у вимірювання його параметрів у розробленій програмі

Проведемо порівняння основних характеристик розробленого пристрою та моделі АСК-3106 фірми АКТАКОМ (табл. 4.5). Звісно, що промисловий зразок має більш високі експлуатаційні характеристики ніж розроблений пристрій, але декілька недоліків можна усунути (добавити необхідну кількість каналів, необхідні діапазони відхилення) шляхом незначного подорожчання пристрою та без значної переробки його структури.

Окрім того, прилад АСК-3106 має багато функцій, які не потрібні для проведення автоматизованих лабораторних і навчально-дослідницьких робіт на заняттях з фізики. Тому можна вважати економічно обґрунтованим використання розробленого пристрою з навчальною метою, а також як базову розробку для подальшої модернізації з наданням їй необхідного функціонального набору. Надзвичайно позитивним результатом, виконаної на протязі кількох років, роботи стало виготовлення та впровадження в навчальний процес комп'ютерного запам'ятовуючого осцилографа.

Таблиця 4.5

Порівняння виготовленого пристрою з промисловим

Характеристика	Розроблений пристрій	АСК-3106
Частота дискретизації	30 МГц	100 МГц
Кількість каналів	1	2
Пам'ять на канал	32 кБ	132 кБ
Інтерфейс зв'язку з ПК	RS-232	LPT
Вхідний опір	1,25 МОм	1 МОм
Діапазон відхилення	2 мВ/под.	2 мВ/под ...10 В/под. з кроком 1 – 2-5
Похибка	±3%	±2,5%
Ціна	150 грн	3000 грн

В першому розділі встановлено, що в межах функціональних обов'язків майбутнього фахівця телекомунікацій (згідно галузевого стандарту вищої освіти України) одним із найважливіших їх аспектів є вміння використовувати вимірювальні прилади та програмні засоби, знання фізичних принципів дії цих засобів та пристроїв, вміння користуватись сучасними методами вимірювань та контрольно-вимірювальною апаратурою. Направленість особистості студентів на майбутню професійну діяльність, підвищення їх рівнів теоретичних знань та практичної діяльності в сучасних умовах можливе лише шляхом оптимізації процесу навчання на основі впровадження інформаційно-комунікаційних технологій. Системне впровадження ІТ & Т педагогічних технологій в лабораторний експеримент полягає у комплексному застосуванні освітнього контенту, комп'ютерного

моделювання та результатів проектної діяльності на лабораторних заняттях. Прикладом такого підходу є методичні розробки лабораторних робіт: «Вивчення електронного осцилографа» та «Дослідження однофазного трансформатора».

Поєднання проектної та інформаційно-комунікаційних технологій та їх системне комплексне застосування на лабораторних заняттях з курсу «Фізика» реалізує особистісно орієнтований підхід до професійної підготовки майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі [33], [41].

Наступний проект – програмно-апаратний вимірювальний комплекс з блок керування кроковим двигуном, який також має велику практичну цінність для навчального процесу та проведення наукових досліджень, особливо в галузі молекулярної акустики [29], [30], [31], [44], [49].

Програмно-апаратний вимірювальний комплекс містить блок керування кроковим двигуном, який є традиційним виконуючим пристроєм багатьох електронних приладів та систем. Кроковий двигун – це електромеханічний пристрій, який перетворює електричні імпульси в дискретні механічні переміщення. Його використання дає можливість у більш повній мірі автоматизувати навчальний та науково-дослідницький експеримент. Автоматичний вимірювач малих переміщень, повороти антен, поляризаторів і призм монохроматорів – ось далеко не повний перелік використання розробленого комплексу.

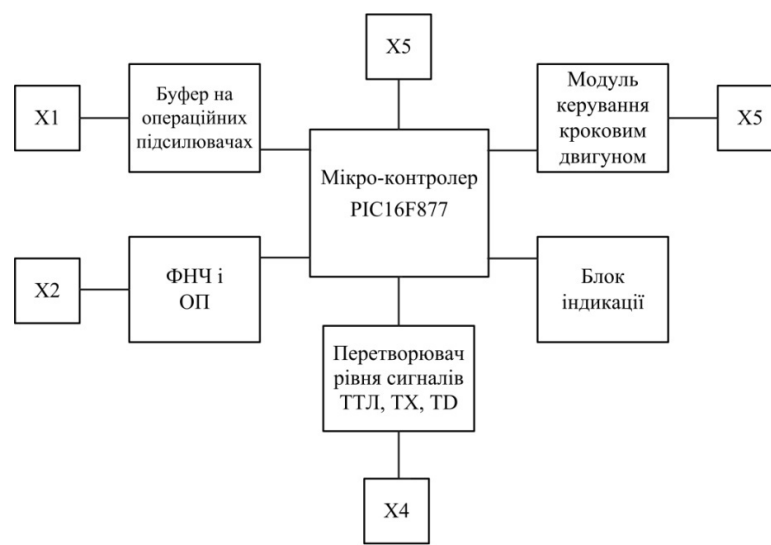
Етапи виконання проекту описано вище, а основною відмінністю є використання мікроконтролера, який виконує головну функцію у схемі (рис. 4.22). Роз'єм X1 (вхід) призначений для подачі напруги, що вимірюється. Діапазон напруги повинен бути у межах від 0 до +5 В, а у випадку, коли напруга не входить у межі вимірювання, то потрібно використовувати атенюатори або підсилювачі. Роз'єм X2 (вихід) призначений для подачі напруги в межах від 0 до +12 В, струм не повинен бути більше 150 мА. Роз'єм X3 (вхід) призначений для подання напруги живлення пристрою.

Джерело живлення має видавати наступні значення напруги:

- +5 В 100 мА – використовується для живлення цифрової частини схеми контролера;
- +18 В та -18 В 350 мА – використовується для живлення операційних підсилювачів;
- +27 В 2.5 А – використовується для живлення драйвера крокового двигуна.

Роз'єм X4 (вхід) призначений для підключення пристрою до комп'ютера за допомогою спеціального дата-кабелю з вбудованим узгоджувачем рівнів [371]. Роз'єм X5 призначений для підключення уніполярного крокового двигуна та кінцевих датчиків.

Рис. 4.22. Блок-схема цифрового комплексу



Як аналого-цифровий перетворювач будемо використовувати вбудований АЦП мікроконтролера, який має вісім каналів розрядністю 10 біт. При перетворенні напруги в двійковий код використовується метод послідовного наближення. В основі роботи методу послідовного наближення лежить принцип послідовного порівняння вимірюваної величини з $1/2$, $1/4$, $1/8$ і так далі від повної шкали (див. моделювання роботи АЦП). Це дає значний вииграш у швидкодії, а АЦП такого типу дає можливість отримати 105...106 перетворень за секунду. Використання буферних підсилювачів дає змогу вимірювати слабкі сигнали і запобігає виходу МК з ладу в разі подачі високої напруги [74].

Цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) призначений для перетворення числа, поданого, як правило, у вигляді двійкового коду, в напругу або струм, пропорційні цьому числу. З усього різноманіття ЦАП ми вибираємо послідовний ЦАП з широтно-імпульсною модуляцією, оскільки маємо в нашому мікроконтролері вбудований модуль широтно-імпульсного перетворення.

Кроковий двигун – це електромеханічний пристрій, який перетворює електричні імпульси в дискретні механічні переміщення [236]. Він є традиційним виконуючим пристроєм багатьох електронних приладів та систем. Існує декілька способів керування кроковим двигуном:

- повнокроковий режим із увімкненою однією фазою;
- повнокроковий режим із увімкненими двома фазами;
- напівкроковий режим;
- мікрокроковий режим.

В процесі виконання проекту вирішено використовувати більш раціональний напівкроковий режим, оскільки кількість кроків двигуна збільшується вдвічі порівняно з першими двома. Мікрокроковий режим не використовуємо, бо це значно ускладнює схему керування і призводить до збільшення вартості приладу.

При роботі крокового двигуна потрібна зміна напрямку магнітного поля окремо для кожної фази. В уніполярних двигунах обмотки мають місце відведення від середини обмотки або є дві окремі обмотки, для кожної фази, тому напрямок магнітного поля змінюється шляхом переключення половинок обмоток або цілих обмоток. У цьому випадку потрібно тільки два прості ключі А і В для кожної фази (рис. 4.23).

Для керування кроковим двигуном використовуємо чотири виходи порта мікроконтролера, які формують послідовність імпульсів, що керують ключами. Як електронні ключі використовуємо дві збірки транзисторів Дарлінга STA417A, які мають по чотири транзистори із загальним мінусом і розраховані на струм 2 А та напругу до 27 В. Мікросхема з'єднується з контролером через обмежувальні резистори опором 470 Ом, а для прискорення спаду напруги використовуємо шунтуючі діоди, так як після відключення індуктивності від джерела живлення струм не може миттєво зникнути, бо виникає ЕРС самоіндукції, що має протилежний джерелу живлення напрям [67], [452], [453], [492].

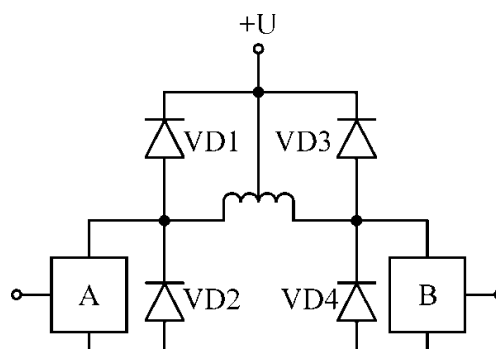


Рис. 4.23. Живлення обмотки уніполярного двигуна

Зв'язок між комп'ютером та мікроконтролером забезпечується за допомогою інтерфейсу RS-232 з боку комп'ютера та USART модулем з боку контролера. Оскільки вони мають різні рівні сигналів, то для їх узгодження потрібно використовувати перетворювач рівнів напруги RS-232 в рівні ТТЛ і навпаки.

Розробка та тестування електричної схеми виконувалися в програмі Proteus 7 Professional, а її креслення проводилося в програмі RusPlan 4.0. Розробка друкованої плати проводилася в програмі САТТР Sprint-Layout 4.0 Rus і наведена в додатку В3. При розробці друкованої плати враховувалися сигнальні лінії та лінії живлення, були проведені заходи для зменшення взаємних впливів провідників один на одного і використання конденсаторів та індуктивних фільтрів у місцях найбільших електромагнітних сплесків і в місцях подачі електроживлення для мікросхем. Використання такої методики дає значне зменшення шумів вимірювальної апаратури та ЕМП в електричну мережу живлення.

Керування комплексом здійснюється за допомогою комп'ютера через інтерфейс RS-232 за допомогою спеціальної програми, яка формує запити до пристрою (рис. 4.24).

Рис. 4.24. Схема обміну між ПК та цифровим вимірювально-керуючим комплексом

Дані передаються блоками змінної довжини, причому кожен з них включає в себе логічно завершену інформацію. Алгоритм програми для МК подано на рис. 4.25.

Рис. 4.25. Алгоритм програми для МК

Мікроконтролер отримує блок даних від комп'ютера, обробляє їх і видає результат перетворення АЦП або підтвердження керуючих команд.

Ознайомившись з класифікацією мікроконтролерів, для вирішення поставленого завдання вибір на мікроконтролерах з гарвардською архітектурою, тому що вони мають більшу швидкодію, в порівнянні з фон-нейманівською, та меншу кількість команд, що значно спрощує процес розробки мікрокоду для контролера і знижує витрати на його розробку.

Для вирішення поставленого завдання потрібен мікроконтролер з наступними характеристиками:

- Розрядність – 8 біт.
- Тактова частота – 20 мГц.
- Набір команд – 35.
- Кількість портів вводу/виводу – 4.
- Flash пам'ять програм.
- Наявність вбудованого послідовного синхронно-асинхронного приймача USART.
- Наявність модуля 8-канального 10-розрядного АЦП.
- Наявність модулю широтно-імпульсної модуляції (ШІМ).
- Наявність шини SPI і I2C.

Відповідно до зазначених характеристик обираємо мікроконтролер PIC 16F877, який відноситься до серій PIC 16F8XX та відповідає всім поставленим вимогам. Опис обраного мікроконтролера та налаштування

периферійних модулів наведено в [142], [221], [234], [246], [339].

Програми для мікроконтролера розроблені мовою програмування Асемблер MPASM в інтегрованому середовищі програмування MPLAB IDE v7.52. інтерфейс програми наведено на рис. 4.26.

MPLAB IDE в поєднанні з програмою Proteus 7 Professional дає змогу скласти схему приладу, провести відладку програми та виправити помилки програми перед записом її до мікроконтролера, що значно прискорює процес написання і відладки програм.

Програмно-апаратний вимірювальний комплекс з блоком керування кроковим двигуном використовується при виконанні лабораторної роботи «Дослідження світло випромінюючого діода».

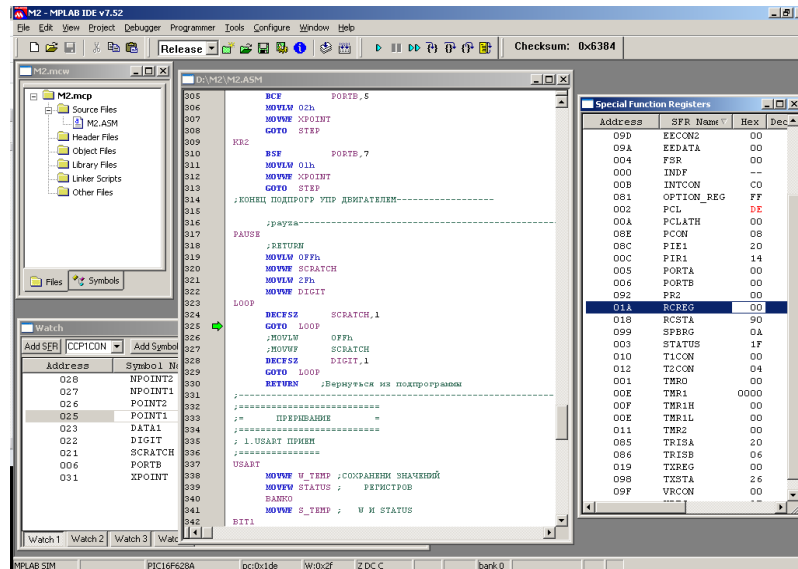


Рис. 4.26. Інтерфейс MPLAB IDE v7.52

Комп'ютерний запам'ятовуючий осцилограф і програмно-апаратний вимірювальний комплекс з блоком керування кроковим двигуном складаються із доступних, дешевих електронних елементів, вони досить прості у виготовленні та налаштуванні. Використовуючи їх в умовах демонстраційного експерименту можна ефективно проводити вимірювання значень електричних фізичних величин, знімати та досліджувати вольт-амперні характеристики напівпровідникових діодів при різних температурах, встановлювати залежність між зміною температури та напругою на термопарах, напругою і освітленістю у фотоелементах.

Виготовлені цифрові пристрої та розроблені комп'ютерні програми для проведення експериментів, які представлені у роботі, об'єднані в навчально-методичний комплекс «eФізика». Програмно-апаратна частина навчально-методичного комплексу «eФізика» дає можливість автоматизувати процес дослідження та керування експериментом; прискорити процеси проведення вимірів, накопичення та обробки інформації; скоротити час на підготовку та проведення дослідів; дають можливість зберігати результати в зручному вигляді для подальшого опрацювання; підвищити точність та достовірність отриманих даних [36], [57].

Застосування програмно-апаратних засобів на базі цифрових технологій, що пропонуються у даній роботі, створює активізуючий вплив на розвиток професійного мислення студентів, сприяє підвищенню якості знань і ступеня оволодіння способами їх добування, створює умови для неформального засвоєння матеріалу [126].

Сьогодні у ВНЗ спостерігається бажання переважної більшості студентів, які навчаються на перших курсах, працювати за обраною спеціальністю. Цей факт свідчить про перспективність використання методу проектів, особливо у випадку створення інформаційних проектів, які мають значну практичну цінність.

Одним із складників вдосконалення підготовки фахівців телекомунікаційного профілю є використання методу проектів. Проектна діяльність реалізує діяльнісний підхід та створює умови для творчої самореалізації, підвищує мотивацію до навчання, сприяє розвитку їх інтелектуальних здібностей, самостійності, відповідальності, вмінню планувати, приймати рішення, оцінювати результати. Виконання проекту розвиває у студентів, які його виконують, навички пошуку інформації, аналізу, синтезу, прийняття рішень, рефлексії, самостійної роботи та роботи у колективі, інтеграції знань різних предметних областей. Цінність методу проектів полягає в залученні студентів до активної пошукової діяльності, творчого розв'язання конкретних проблем та різноманітних видів творчої і дослідницької діяльності.

Висновки до розділу 4

1. На основі аналізу різних типів аналого-цифрових перетворювачів та їх класифікації, запропоновано методичний підхід до пояснення принципу роботи АЦП послідовного наближення. З метою підвищення ефективності вивчення процесів АЦП перетворень розроблено імітаційну модель для їх віртуальних досліджень у програмі «Multisim».

2. Здійснено порівняльний аналіз типів інтерфейсів підключення зовнішніх цифрових вимірювальних пристроїв до комп'ютера з урахуванням вартості реалізації пристрою, його технічних характеристик та дидактичних можливостей. Запропоновано класифікацію комп'ютерних фізичних вимірювальних лабораторій.

3. На основі змодельованих мети, змісту і засобів реалізації апаратного забезпечення комп'ютерної вимірювальної лабораторії з фізики розроблено алгоритм роботи програмного забезпечення. Розроблено та виготовлено цифровий вимірювальний комплекс, який ґрунтується на сучасній елементній базі, широко застосовує передові технології, має можливості розширення його функціональності.

4. Розроблено програми для проведення фізичних експериментів, які об'єднані в навчально-методичний комплекс «eФізика». Вимірювальна частина цього комплексу дає можливість автоматизувати процес дослідження та керування експериментом, скоротити час на підготовку та проведення дослідів,

підвищити точність та достовірність отриманих даних.

5. Доведено, що застосування програмно-апаратних засобів на базі цифрових технологій створює активізуючий вплив на розвиток професійного мислення студентів, сприяє підвищенню якості знань, створює умови для неформального засвоєння матеріалу. Поєднання проектної й інформаційно-комунікаційної технологій та їх системне комплексне застосування реалізує особистісно-орієнтований підхід до професійної підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій.

РОЗДІЛ 5

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ

Використання інформаційних технологій у навчальному фізичному експерименті конче необхідне і актуальне завдання. Розробка методики системного комплексного використання при проведенні лабораторних робіт комп'ютерного моделювання, реального експерименту та комп'ютерного вимірювального комплексу забезпечує реалізацію діяльнісного та особистісно-орієнтованого підходів у навчанні фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації».

5.1. Застосування комплексного триєдиного підходу при проведенні лабораторних робіт з електрики і магнетизму

Електромагнетизм – один з найважливіших розділів у фундаментальній підготовці фахівців телекомунікаційної галузі. Даний розділ представлений у навчально-методичному комплексі «eФізика» наступними лабораторними роботами:

- «Дослідження електростатичного поля»;
- «Дослідження залежності напруги на клеммах джерела струму від сили струму в колі при постійній ЕРС»;
- «Дослідження термоелектронної емісії»;
- «Вивчення електронного осцилографа»
- «Дослідження однофазного трансформатора».

Лабораторна робота «Дослідження електростатичного поля» має за мету: розширити модельні уявлення про точковий заряд, електростатичне поле, диполь; поглибити поняття напруженості, різниці потенціалів, діелектричної проникності середовища; визначити форму силових ліній та розрахувати параметри електростатичних полів, які створені зарядженими тілами різної форми; удосконалити уміння по використанню електровимірювальних приладів та поглибити знання з теорії похибок.

При виконанні цієї лабораторної роботи студентам необхідно виконати такі завдання:

1. Визначити параметри електростатичних полів заряджених тіл різної форми шляхом дослідження стаціонарних електричних полів для набору електродів.

2. Знайти місцезнаходження та зобразити графічно екіпотенціальні лінії та лінії напруженості електростатичних полів для електродів різної конфігурації.

3. Розрахувати напруженість всередині поля плоских електродів. Обчислити, яка густина заряду повинна бути на плоских електродах з такою ж напруженістю у воді ($\epsilon = 81$).

Оскільки електричне поле стаціонарного струму в слабо провідному середовищі є потенціальним, то є можливість використати його для дослідження електростатичного поля нерухомих зарядів [216], [258], [262]. У лабораторній роботі, як слабо провідне середовище, використано вологий пісок.

Установка складається з електролітичної ванни з вологим піском, у яку вміщено електроди (рис. 5.1).

Від джерела струму через потенціометр R_1 до електродів підводиться різниця потенціалів. В електричне коло також введено обмежувач опір R_2 на випадок можливого короткого замикання електродів. Різниця потенціалів між електродом A та точкою поля C вимірюється за допомогою вольтметра (рис. 5.2).

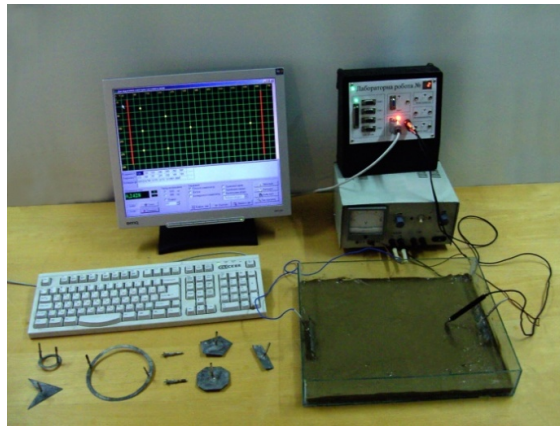


Рис. 5.1. Загальний вигляд лабораторної установки «Дослідження електростатичного поля»

Лінії напруженості електростатичного поля співпадають з лініями стаціонарного струму. Лініями струму називають лінії, дотичні до яких збігаються з напрямком руху позитивних зарядів під дією поля. Для зручності визначення еквіпотенціальних ліній на електролітичній ванні розташована координатна сітка. Установка комплектується електродами різної форми, що дають можливість досліджувати різноманітні електростатичні поля.

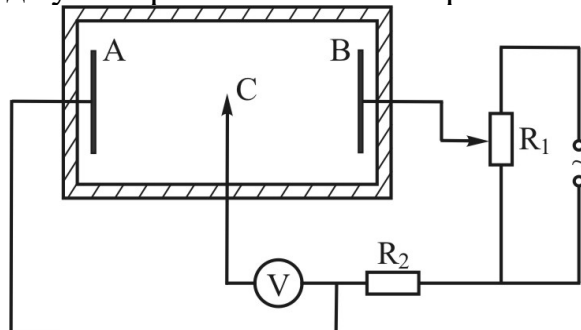


Рис. 5.2. Схема установки для дослідження електростатичного поля

Для дослідження електричного поля стаціонарного струму використовується також персональний комп'ютер як вимірювальний комплекс, що складається з апаратної та програмної частини. Апаратна частина являє собою аналого-цифровий перетворювач, який приєднується до СОМ-порта

комп'ютера [234]. Програмна частина, яка використовується для проведення вимірювань, знаходиться в меню «Вимірювання» програми «eФізика» і дає можливість проводити дослідження електростатичного поля: плоского конденсатора (рис. 5.3); електричного диполя (рис. 5.4); циліндричного конденсатора; одиничного заряду (рис. 5.5); багатограних фігур.

Інтерфейс програми дає змогу фіксувати точку в робочому полі «Графічного відображення інформації» після натискання кнопки «Точка» на панелі «Керування» та вводити в «Поле введення вихідних даних» значення потенціалу натисканням кнопки «Потенціал».

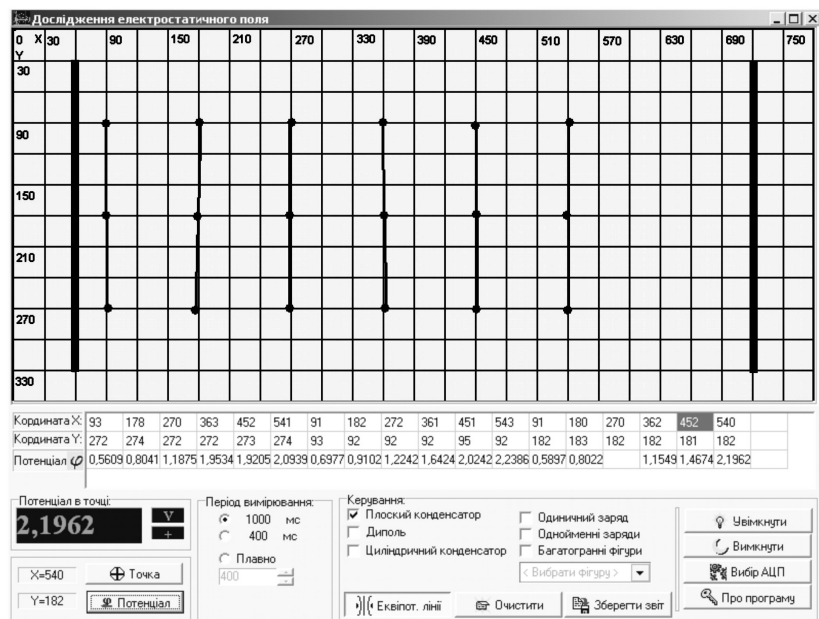


Рис. 5.3. Електростатичне поле плоского конденсатора

Натискання кнопки «Еквіпотенціальні лінії» дає змогу будувати потенціальні лінії на полі «Графічного відображення інформації» шляхом послідовного натискання точок з однаковим потенціалом. Порядок виконання кожної лабораторної роботи із врахуванням комплексного триєдиного підходу включає в себе проведення комп'ютерного моделювання, роботу з реальними фізичними пристроями та проведення навчального експерименту за допомогою комп'ютерного вимірювального комплексу.

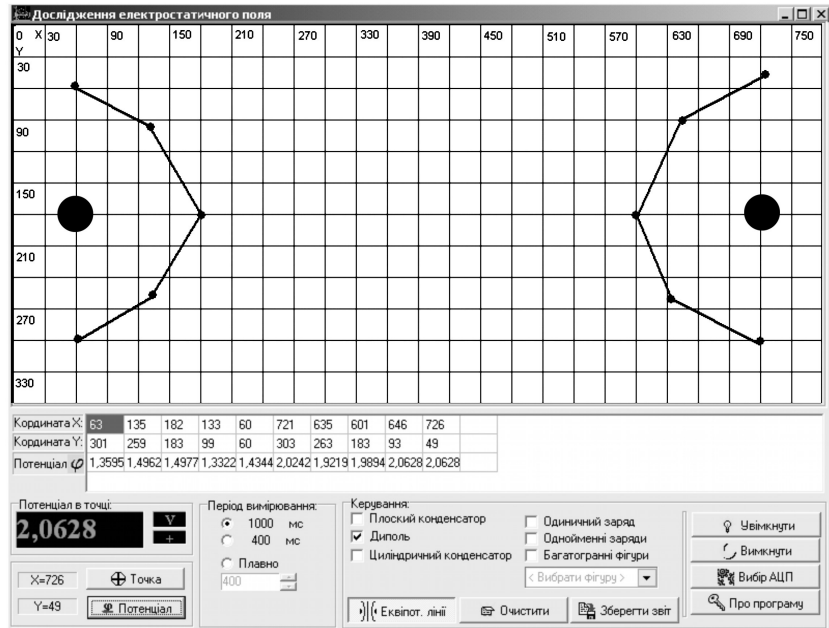


Рис. 5.4. Електростатичне поле електричного диполя

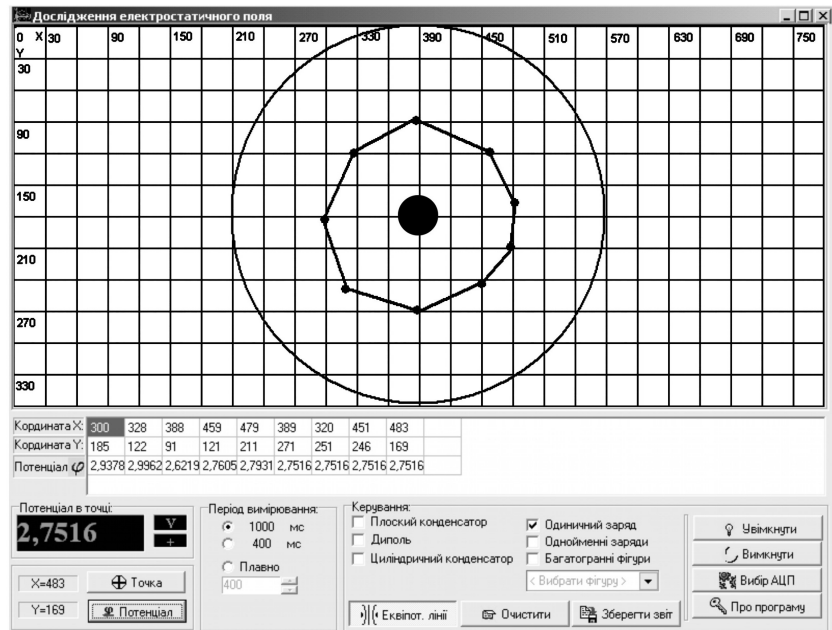


Рис. 5.5. Електростатичне поле одиничного заряду

У випадку лабораторної роботи «Дослідження електростатичного поля» хід навчальної діяльності має наступний вигляд:

I. Дослідити електричне поле точкових зарядів за допомогою моделі «Електричне поле точкових зарядів» у програмі «Открытая физика 2.5» (рис. 5.6) [36], [329].

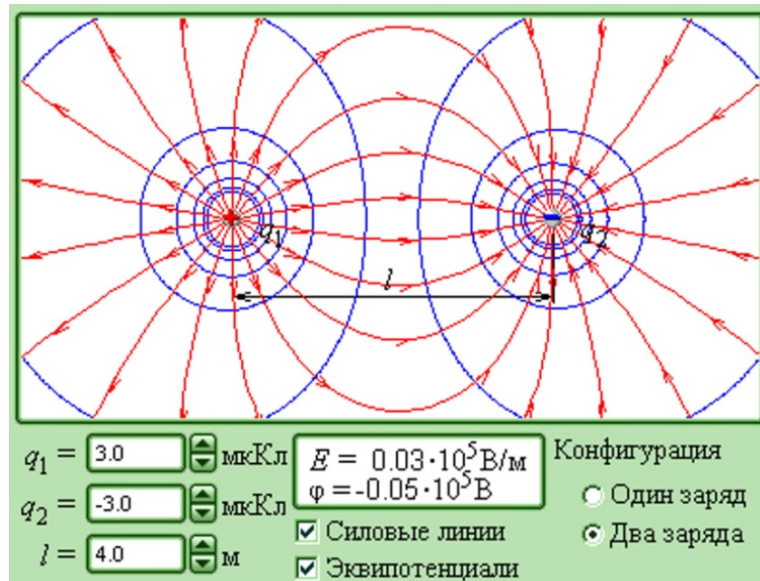


Рис. 5.6. «Електричне поле точкових зарядів» у програмі «Открытая фізика 2.5»

Комп'ютерна модель демонструє картину силових ліній і еквіпотенціальних поверхонь точкового заряду і системи з двох точкових зарядів. Існує можливість змінювати величини та знаки зарядів, відстань між ними і отримувати значення модуля вектора напруженості електричного поля і потенціалу φ в точці знаходження курсору.

II. Отримати допуск до виконання лабораторної роботи, виконавши тестове завдання, яке знаходиться в меню «Тести» програми «еФізика».

III. Виконати лабораторну роботу, використовуючи установку, схему якої зображено на рисунку 5.2.

IV. Виконати лабораторну роботу, використовуючи комп'ютер як вимірювальний комплекс.

1. Зібрати схему установки згідно з рис. 5.7.

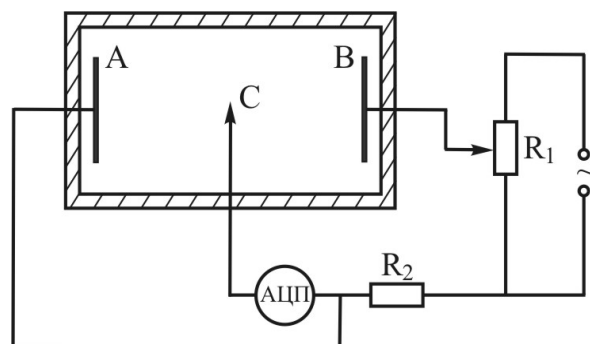


Рис. 5.7. Схема лабораторної установки з використанням АЦП

2. Запустити в меню «Вимірювання» програми «еФізика» «Дослідження електростатичного поля» і розглянути принцип роботи експериментальної установки.

3. Використовуючи схему лабораторної установки, дослідити розподіл еквіпотенціальних поверхонь у випадку плоского конденсатора. Для цього в розділі керування вибрати плоский конденсатор.

4. Встановити курсором першу точку на робочому полі екрана монітора за допомогою однойменної кнопки та одночасно помістити у відповідне місце щуп у ємність з вологим піском для визначення потенціалу. Після натискання кнопки «Потенціал» отримані дані автоматично будуть занесені до таблиці.

5. Проаналізувавши отримані в таблиці дані, за допомогою кнопки «Еквіпотенціальні лінії», зарисувати їх на робочому полі. Користуючись системою еквіпотенціальних ліній, обчислити напруженість електричного поля в області, яку задає викладач.

6. Обчислити поверхневу густину заряду, що необхідна для створення такого поля у вологому піску.

7. Дослідження повторити для кількох випадків електростатичного поля, обираючи по черзі пункти на панелі керування (диполь, заряди і т. д).

Захист лабораторної роботи полягає у порівнянні отриманих результатів в I, III та IV етапах і формуванні висновку про характер електростатичних полів у випадку плоских і циліндричних електродів.

Лабораторна робота «Дослідження залежності напруги на клеммах джерела струму від сили струму в колі при постійній ЕРС» має за мету: вивчити залежність напруги на клеммах джерела струму від сили струму в послідовному колі при постійній ЕРС; обчислити внутрішній опір джерела та потужність (рис. 5.8). Це дає змогу розкрити фізичну природу електронної провідності металів, електричного струму та розглянути умови, при яких він виникає та існує, а також визначити роль джерела електричної енергії у створенні стаціонарного електричного поля в електричному колі.



Рис. 5.8. Загальний вигляд лабораторної установки «Дослідження залежності напруги на клеммах джерела струму від сили струму в колі при постійній ЕРС»

При виконанні даної лабораторної роботи студентам необхідно виконати наступні завдання:

1. Вивчити залежність напруги на клеммах джерела струму від сили струму в колі при постійній ЕРС та пояснити її, використовуючи закон Ома для повного кола.

2. Побудувати графічну залежність $U=f(I)$, використовуючи значення ЕРС та зовнішнього опору.

3. Обчислити внутрішній опір джерела струму, потужність, що він споживає, та ККД джерела струму.

Схема лабораторної установки – замкнене електричне коло, яке складається з джерела струму (ВУП), навантаження (реостат R), амперметра (A) і вольтметра (V), які необхідні для вимірювання відповідно сили струму і напруги (рис. 5.9).

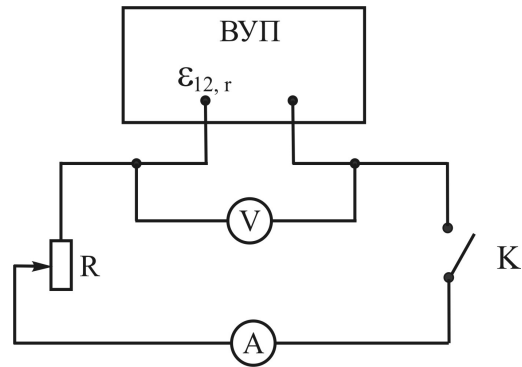


Рис. 5.9. Схема лабораторної установки

Суть роботи полягає в тому, щоб вивчити залежність напруги на клеммах джерела струму при постійній ЕРС від зміни сили струму в електричному колі, яку змінюють, пересуваючи повзунок реостата (R).

Для проведення дослідження за допомогою вимірювального комплексу складається схема, що зображена на рис. 5.10, у якій використовуються два аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) та розгалужувач LPT-4 COM [234].

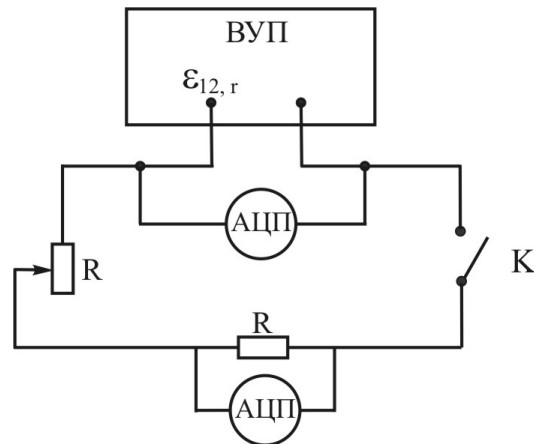


Рис. 5.10. Схема лабораторної установки з використанням АЦП

Один із АЦП, який увімкнено у коло джерела живлення паралельно вольтметру, вимірює напругу на клеммах джерела струму. Інший АЦП, що включений паралельно резистору, вимірює на ньому спад напруг, який надалі перетворюється у струм.

Інтерфейс комп'ютерної програми (рис. 5.11) дає можливість проводити вимірювання і записувати значення напруги та сили струму, що тече у колі.

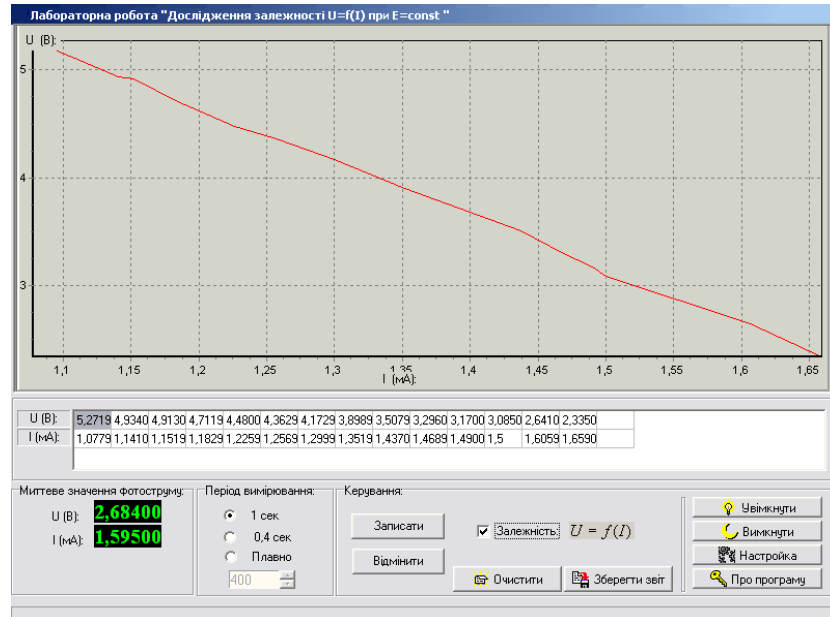


Рис. 5.11 Інтерфейс програми «Дослідження залежності напруги на клеммах джерела струму в колі при постійній ЕРС»

За допомогою комп'ютерної програми «Electronics Workbench» необхідно зібрати схему лабораторної установки та проаналізувати її роботу, змінюючи опір реостата [48]. Порівняння отриманих результатів моделювання, реальних вимірювань та використання комп'ютера як вимірювального комплексу дає змогу провести розрахунки та зробити висновки про залежність напруги на клеммах джерела струму в колі при постійній ЕРС.

Лабораторна робота «Дослідження термоелектронної емісії» має за мету: Вивчити природу електричного струму у вакуумі, принцип дії двоелектродної електронної лампи, її характеристики та технічне застосування. Використовуючи вольт-амперну характеристику електронної лампи-діода, вивчити явище термоелектронної емісії та визначити роботу виходу електрона з поверхні металу (рис. 5.12). При виконанні даної лабораторної роботи студентам необхідно виконати такі завдання:

1. Побудувати вольт-амперні характеристики діода для двох значень температури катода.
2. Розрахувати роботу виходу електрона з металу, використовуючи величину струму насичення при двох значеннях температури катода.



Рис. 5.12. Загальний вигляд лабораторної установки «Дослідження термоелектронної емісії»

Для виконання лабораторної роботи використовується електричне коло (рис. 5.13) [234], [251]. Вольтметром і міліамперметром, які розташовані на лабораторному стенді, вимірюються

відповідно напруга між анодом і катодом лампи та сила анодного струму. Напруга змінюється за допомогою потенціометра. У колі катода величина струму та напруга розжарювання змінюються за допомогою реостата. Напруга на катоді та сила струму

вимірюються вольтметром і амперметром, які увімкнено у коло катода.

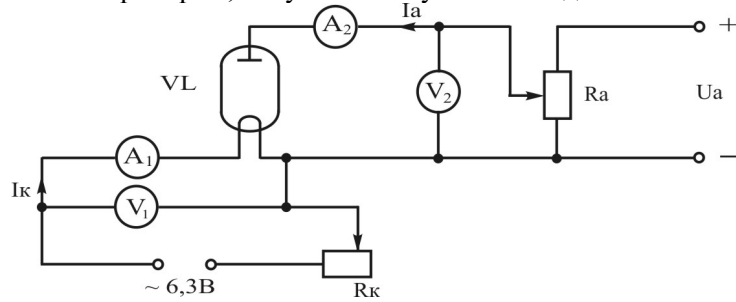


Рис. 5.13. Схема лабораторної установки «Дослідження термоелектронної емісії»

При проведенні експерименту визначасмо струми насичення при двох різних температурах катода. Із закону Річардсона - Дешмана для цих двох випадків отримаємо формулу для визначення роботи виходу [436]:

Температура катода лампи є функцією потужності розжарювання катода . Його температуру можна визначити, використовуючи комп'ютерну програму «Термоелектронна емісія» (рис. 5.14).

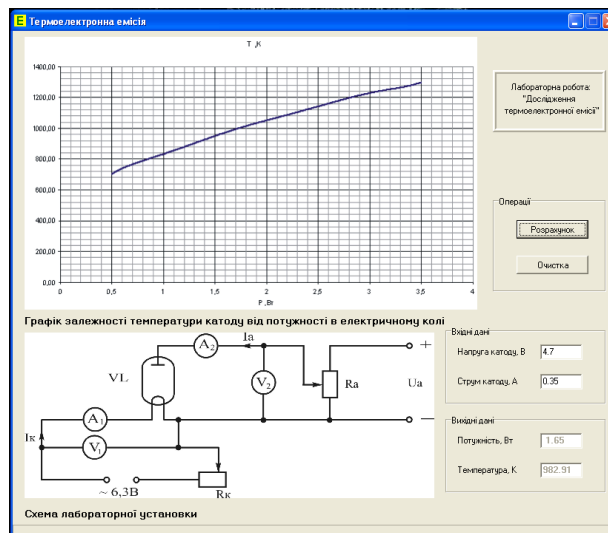


Рис. 5.14. Інтерфейс програми «Термоелектронна емісія»

Ця віртуальна модель дає змогу розглянути схему і принцип роботи експериментальної установки та проаналізувати залежність температури катода від потужності електричного струму, що на ньому виділяється.

Ознайомитись з будовою, принципом дії та застосуванням електронного осцилографа, навчитись керувати його роботою та робити нескладні виміри (визначити амплітуду напруги змінного струму, період та частоту коливань) студенти мають можливість при виконанні лабораторної роботи «Вивчення електронного осцилографа» (рис. 5.15).

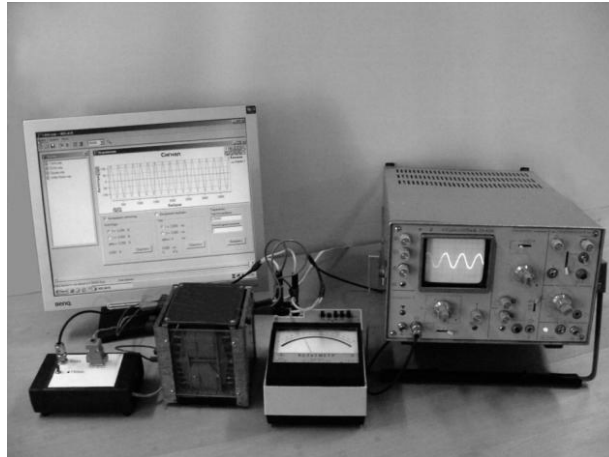


Рис. 5.15. Загальний вигляд лабораторної установки 1.4

Установка складається з осцилографа і вольтметра, за допомогою яких вимірюється значення напруги на вторинній обмотці трансформатора (рис. 5.16), щоб у подальшому порівняти ці значення та зробити висновки. Також студентам пропонується визначити за допомогою осцилографа період коливань напруги в мережі та обчислити частоту коливань.

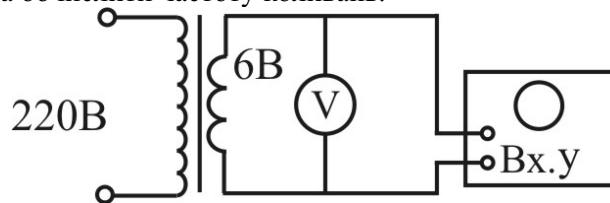


Рис. 5.16. Схема установки для вивчення електронного осцилографа

Перед проведенням вимірювань необхідно провести калібрування коефіцієнтів відхилення вертикального підсилювача. При цьому від калібрувача на вхід У подається стабілізована еталонна напруга 200 mV, і при положенні перемикача «Вольт/поділку» на 0,05 за допомогою регулювання отримують на екрані рівно чотири поділки.

При виконанні роботи доцільно використати моделюючий комплекс «Открытая физика 2.5», у якому розглянути рух електричних зарядів у електричному (рис. 5.17) та магнітному (рис. 5.18) полях [36], [329].

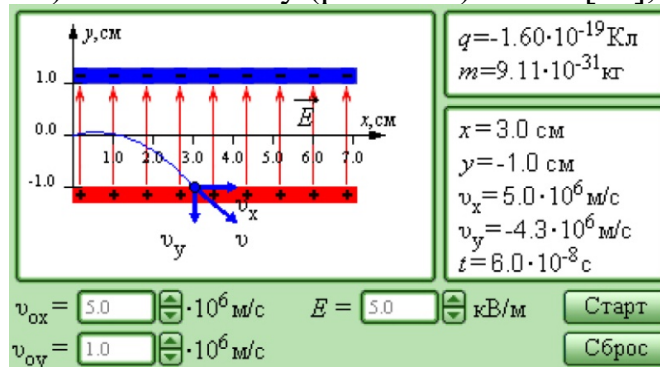


Рис. 5.17. Рух заряду в електричному полі в програмі «Открытая физика 2.5»

На заряджену частинку збоку електричного поля напруженістю діє кулонівська сила . В однорідному електричному полі під дією цієї сили частинка рухається по параболі, аналогічно руху тіла під дією сили тяжіння поблизу поверхні Землі [234], [258], [259], [382], [384].

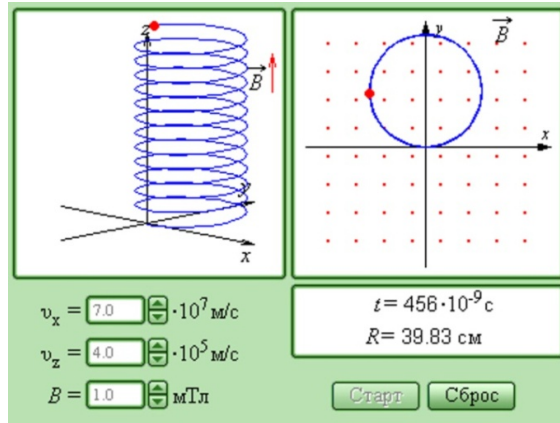


Рис. 5.18. Рух заряду в магнітному полі в «Открытая физика 2.5»

Модель ілюструє рух зарядженої частинки і дає змогу змінювати значення початкової швидкості частинки, а також напруженість поля конденсатора.

На заряджену частинку із зарядом q , яка рухається зі швидкістю \vec{v} в магнітному полі індукцією B діє сила Лоренца:

$$F_L = q v B \sin \alpha,$$

де α – кут між векторами \vec{v} і \vec{B} . Під дією цієї сили заряджена частинка буде рухатися по спіралі, а якщо вектор швидкості частинки в однорідному магнітному полі направлений перпендикулярно вектору магнітної індукції, то – по колу. Комп'ютерна модель дає змогу змінювати швидкість частинки та індукцію магнітного поля.

Розглянути рух електричного заряду під дією магнітного поля можна також у програмі «Жива Фізика» («Interactive Physics») [36], [494]. Комп'ютерна модель дає можливість в широких межах змінювати як параметри частинки, так і параметри магнітного поля (рис. 5.19).

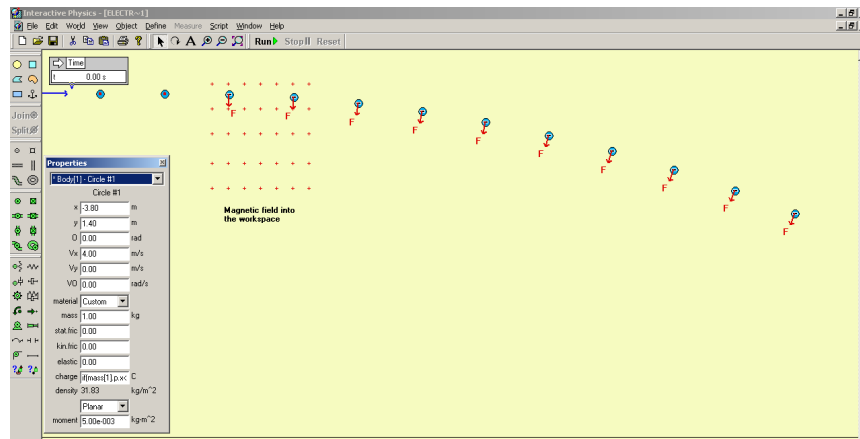


Рис. 5.19. Рух заряду в магнітному полі в програмі «Жива фізика»

Розглянути принцип роботи осцилографа та призначення його окремих блоків дозволяє розроблена автором програма «Модель осцилографа», яка знаходиться в меню «Моделювання» програми «еФізика» (рис. 5.20, 5.21).

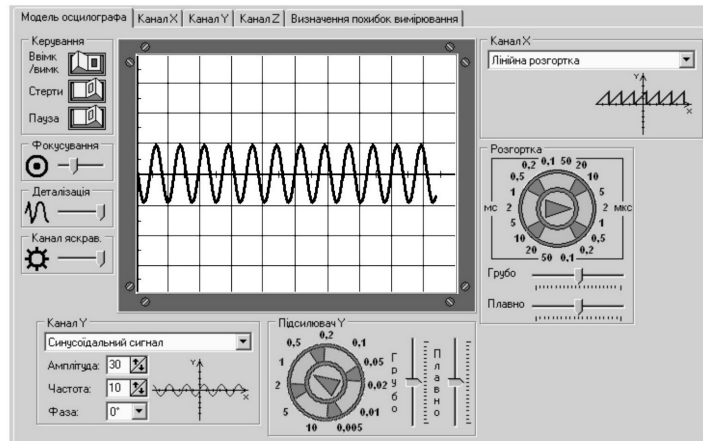


Рис. 5.20. Інтерфейс програми «Вивчення електронного осцилографа». Модель осцилографа

Для цього необхідно увімкнути лінійну розгортку на каналі X та вибрати сигнал, який подається на вхід Y (за вказівкою викладача). Змінюючи положення перемикачів «Підсилювач Y» та «Розгортка», розглянути форму сигналів у полі графічного відображення інформації.

У закладках «Канал X», «Канал Y» та «Канал Z» студенти можуть розглянути принцип роботи та призначення окремих блоків осцилографа.

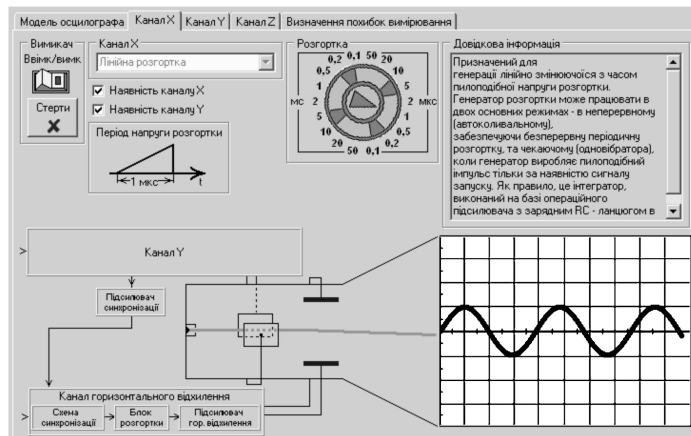


Рис. 5.21. Інтерфейс програми «Вивчення електронного осцилографа». Канал X

Лабораторна робота «Дослідження однофазного трансформатора» має за мету: вивчити принцип роботи і будову однофазного трансформатора, розглянути та застосувати на практиці методи визначення в трансформаторі. Використовуючи лабораторну установку, визначити параметри трансформатора (рис. 5.22).

При виконанні даної лабораторної роботи студентам необхідно виконати такі завдання:

1. Визначити втрати у трансформаторі: на перемагнічування осердя (втрати в сталі) та нагрівання обмоток (втрати в міді).
2. Визначити амплітуду головного магнітного потоку в феромагнітному осерді трансформатора (для холостого ходу).
3. Обчислити коефіцієнт трансформації. Визначити ККД трансформатора.



Рис. 5.22. Загальний вигляд лабораторної установки 1.5

Лабораторна установка складається з однофазного трансформатора, до первинної обмотки якого підключено вольтметр, амперметр та ватметр, а до вторинної – вольтметр.

Втрати потужності необхідно визначити двома способами: за показами ватметра та за показами вольтметра й амперметра і значеннях коефіцієнта потужності (задається викладачем) [89], [216], [234].

Дослід холостого ходу виконується за допомогою схеми (рис. 5.23).

Рис. 5.23. Схема установки. Дослід холостого ходу

Первинну обмотку трансформатора включають в мережу змінного струму номінальної напруги (220 В), а вторинна обмотка розімкнена.

Дослід короткого замикання виконують за допомогою схеми (рис. 5.24).

Рис. 5.24. Схема установки. Дослід короткого замикання

Для цього вторинну обмотку потрібно замкнути провідником (коротке замикання), а до первинної обмотки підвести понижену напругу 6,3 В.

Для проведення дослідження за допомогою вимірювального комплексу складають схему (рис. 5.25), у якій використовується з'єднаний з комп'ютером аналого-цифровий перетворювач (АЦП).

Рис. 5.25. Схема лабораторної установки з використанням АЦП. Дослід холостого ходу

Результати вимірів напруг у первинній (рис. 5.26.) та вторинній (рис. 5.27.) обмотках трансформатора за допомогою АЦП обробляються і передаються на персональний комп'ютер і після обробки виводяться на моніторі у графічному вигляді за допомогою комп'ютерного осцилографа.

Розглянути явище електромагнітної індукції та її часткові випадки (самоіндукцію і взаємоіндукцію), які лежать в основі роботи однофазного трансформатора та генератора змінного струму, студенти можуть в програмі «Виртуальная физика» (рис. 5.28) [36], [129], [293], [294].

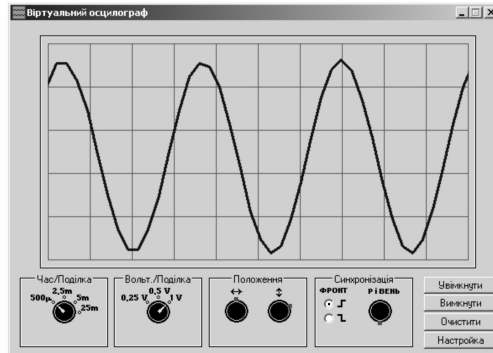


Рис. 5.26. Осцилограма коливань напруги у первинній обмотці на комп'ютерному осцилографі

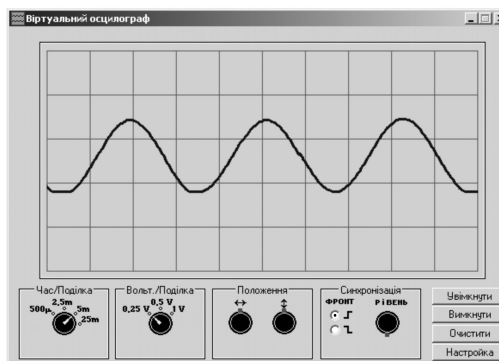


Рис. 5.27. Осцилограма коливань напруги у вторинній обмотці на комп'ютерному осцилографі

Інтерфейс комп'ютерної програми дає можливість керувати швидкістю обертання контура, його перерізом (швидкістю зміни площі поперечного перерізу контура), а також інтенсивністю магнітного поля (швидкістю зміни магнітного поля) та виводити в полі графічного відображення інформації графічні залежності основних параметрів від часу.

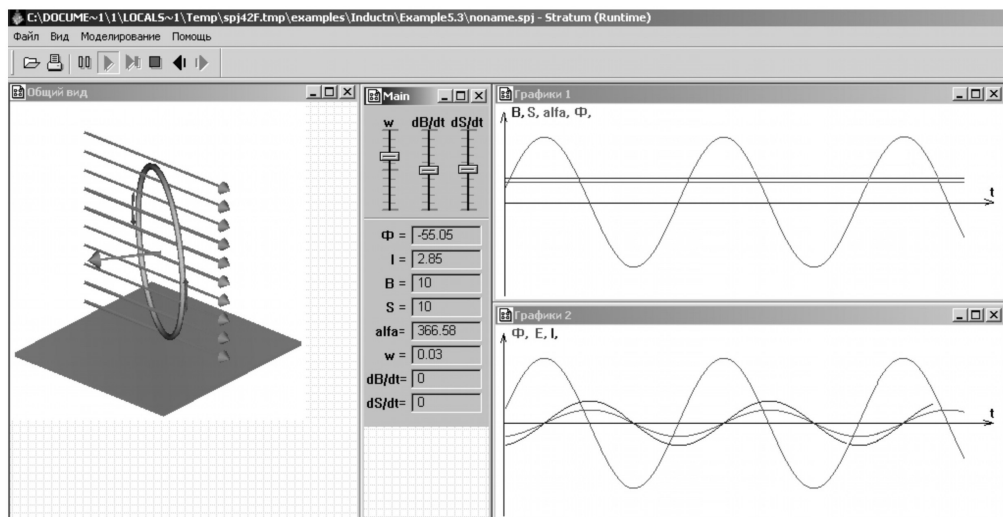


Рис. 5.28. Інтерфейс моделі «Явище електромагнітної індукції» в програмі «Віртуальна фізика»

Виконання лабораторної роботи доцільно здійснювати використовуючи з одного боку трансформатор та електровимірювальні прилади, а з іншого –

комп'ютер як вимірювальний комплекс за допомогою програми, яка знаходиться в меню «Вимірювання» програми «eФізика» (рис. 5.25). Захист отриманих результатів лабораторної роботи полягає у порівнянні результатів вимірювань, які отримані за допомогою лабораторної установки та комп'ютерного осцилографа.

Таким чином, комплексний триєдиний підхід до виконання лабораторних робіт з електрики та магнетизму дозволяє на більш високому методичному рівні розглянути важливі для студентів-телекомунікаційників питання курсу фізики та покращити якість їх знань та умінь.

5.2 Застосування комп'ютерного забезпечення під час проведення лабораторних робіт з розділів «Коливання» і «Хвилі»

Розділи «Коливання» і «Хвилі» представлені у навчально-методичному комплексі «eФізика» такими лабораторними роботами:

- «Дослідження затухаючих електромагнітних коливань»;
- «Дослідження додавання однаково направлених коливань»;
- «Дослідження додавання взаємно перпендикулярних коливань»;
- «Дослідження явища інтерференції світла»;
- «Дослідження явища дифракції світла»;
- «Дослідження поляризації світла»;
- «Вивчення закону Малюса».

Розглянути електромагнітні коливання в реальному коливальному контурі та дослідити залежність логарифмічного декременту затухання і добротності контура від його опору студенти мають можливість при виконанні лабораторної роботи «Дослідження затухаючих електромагнітних коливань» (рис. 5.29).

При виконанні даної лабораторної роботи студентам необхідно виконати такі завдання:

1. За амплітудними значеннями напруг, які вимірюються на екрані осцилографа при різних значеннях опору коливального контура, обчислити логарифмічні декременти затухання і добротності контура.

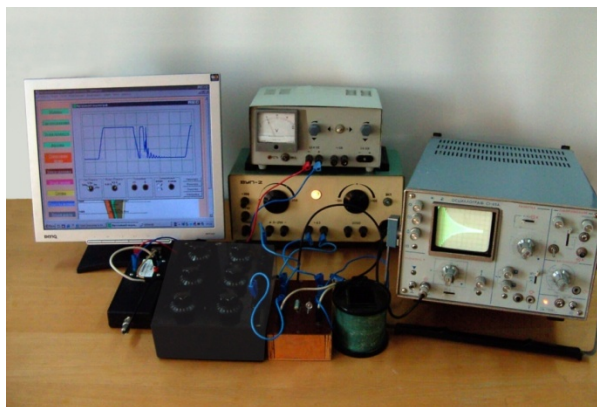


Рис. 5.29. Загальний вигляд лабораторної установки 2.1

2. Графічно виразити залежність логарифмічного декременту затухання і добротності коливального контура від його опору.

Лабораторна установка (рис. 5.30) складається з монтажної панелі, на якій закріплений конденсатор C , напівпровідниковий діод D , котушка індуктивності L ; джерела змінного струму напругою 6 В; електронного осцилографа та магазину опорів [36], [251].

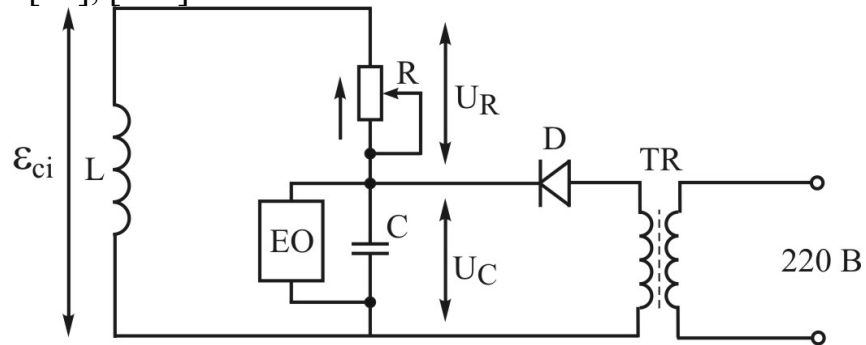


Рис. 5.30. Схема лабораторної установки

Для проведення дослідження за допомогою вимірювального комплексу складається схема (рис. 5.31), у якій використовується з'єднаний з комп'ютером аналого-цифровий перетворювач.

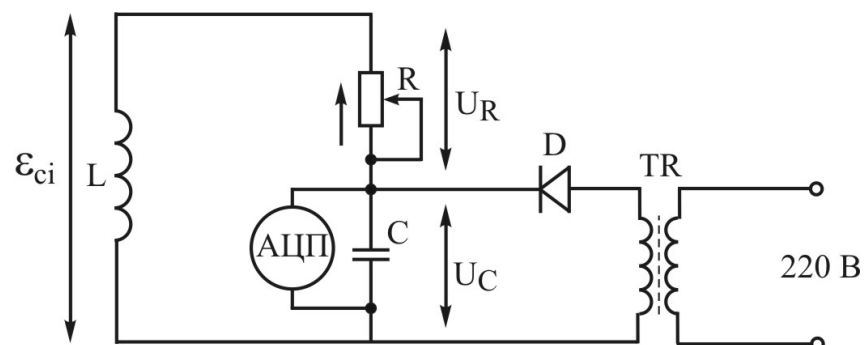


Рис. 5.31. Схема лабораторної установки з використанням АЦП

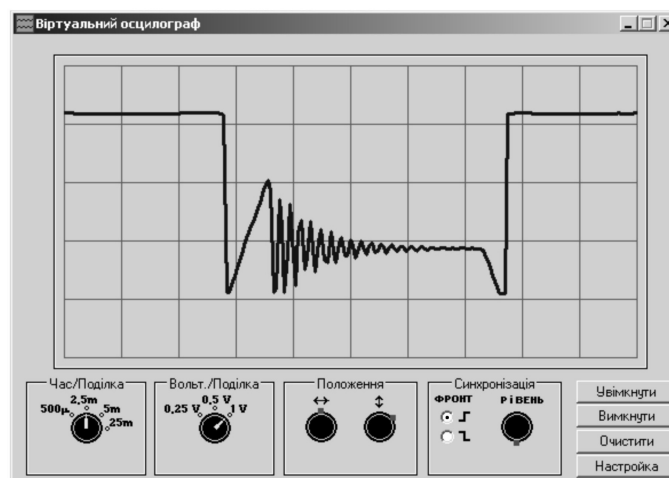


Рис. 5.32. Осцилограма затухаючого колювання на комп'ютерному осцилографі

Порядок виконання роботи «Дослідження затухаючих електромагнітних колювань» складається з кількох етапів.

I. За допомогою програми Electronics Workbench змоделювати електричне коло (рис. 5.33) та розглянути принцип його роботи.

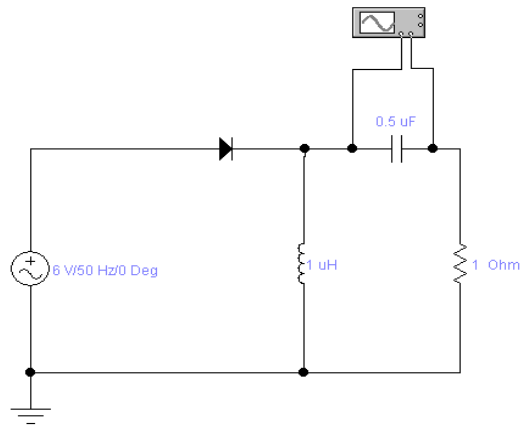


Рис. 5.33. Схема дослідної установки, зібраної засобами Electronics Workbench Version 5.12

Відкривши віртуальний осцилограф, розглянути графіки затухаючих електромагнітних коливань у контурі (рис. 5.34)

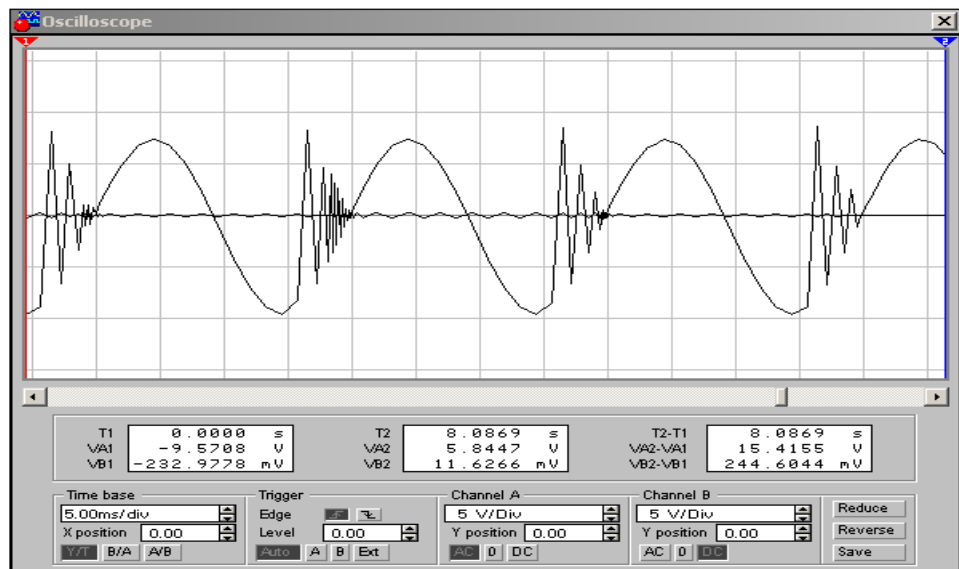


Рис. 5.34. Сигнал, отриманий віртуальним осцилографом пакету моделювання Electronics Workbench Version 5.12

Запустити модель «Вільні коливання в RLC контурі» у програмі «Открытая физика 2.5», яка призначена для вивчення вільних коливань у послідовному коливальному контурі при різних значеннях параметрів (рис. 5.35) [329].

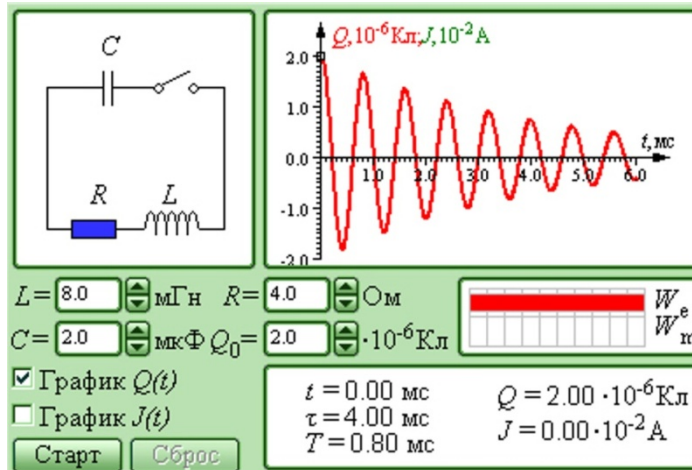


Рис. 5.35. Коливання в послідовному RLC -контурі

У комп'ютерній моделі можна змінювати величини R , L і C , а також первинний заряд конденсатора Q_0 . У полі графічного відображення інформації виводяться графіки залежності заряду і сили струму від часу. Крім того, програма ілюструє процес перетворення електричної енергії, накопиченої в конденсаторі, у магнітну енергію котушки індуктивності та навпаки.

II. Отримати допуск до виконання лабораторної роботи, виконавши тест, який знаходиться в меню «Тести» програми «eФізика».

III. Виконати лабораторну роботу, використовуючи установку, схему якої зображено на рисунку 5.30.

IV. Виконати лабораторну роботу, використовуючи комп'ютер як вимірювальний комплекс за допомогою програми, яка знаходиться в меню «Вимірювання» програми «eФізика» [54], [56].

1. Зібрати та після перевірки викладачем увімкнути схему (рис. 5.31) з використанням аналого-цифрового перетворювача.

2. В програмі «eФізика» запустити лабораторну роботу «Дослідження затухаючих електромагнітних коливань».

3. Для кількох значень опору R контура обчислити логарифмічний декремент затухання і добротність контура. Результати вимірів і обчислень занести в таблицю.

V. Порівняти результати моделювання у програмі Electronics Workbench з результатами вимірювань, які здійснені за допомогою лабораторної установки та комп'ютерного осцилографа, зробити висновки.

Лабораторна робота «Дослідження додавання однаково направлених коливань» має за мету: Дослідити додавання двох однаково направлених електромагнітних коливань з різними амплітудами та початковими фазами, розглянувши випадок однакових та близьких за величиною частот. Навчитись керувати роботою звукових генераторів та включати їх в електричне коло (рис 5.36).

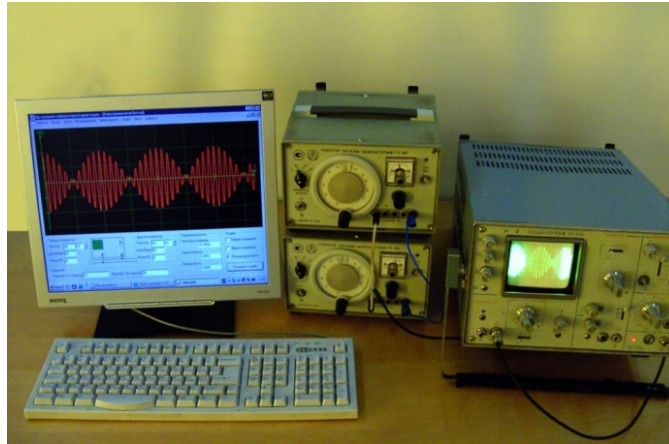


Рис. 5.36. Загальний вигляд лабораторної установки 2.2

При виконанні даної лабораторної роботи студентам необхідно виконати такі завдання:

1. Дослідити додавання однаково направлених коливань з однаковими по величині частотами за допомогою комп'ютерної моделі у програмі Electronics Workbench електричного кола та комп'ютерної моделі у програмі «eФізика».
2. Дослідити додавання однаково направлених коливань з близькими по величині частотами за допомогою комп'ютерної моделі у програмі Electronics Workbench, електричного кола та комп'ютерної моделі у програмі «eФізика».

Додавання однаково направлених коливань можна дослідити за допомогою комп'ютерної моделі у програмі Electronics Workbench. Її інтерфейс дає можливість вибирати генератори, змінювати їх параметри за допомогою команди «Component properties» і подавати сигнали на двоканальний осцилограф. Він відкривається командою «Open», дає можливість спостерігати швидкі процеси тривалістю порядку 10^{-10} с і виставляти ціну поділки в межах $1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^3$ В/под.

Для вивчення додавання двох коливань одного напрямку користуються експериментальною установкою, схему якої наведено на рис. 5.37.

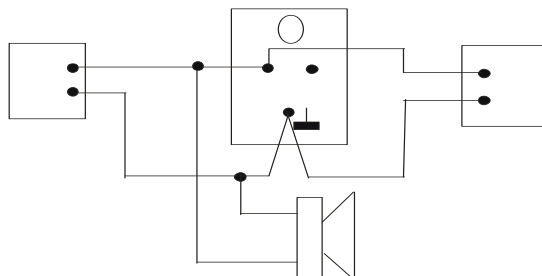


Рис. 5.37. Схема установки для дослідження додавання однаково направлених коливань

При дослідженні додавання коливань одного напрямку з однаковими частотами на блок вертикального відхилення електронного осцилографа від

двох звукових генераторів (ЗГ) подаються синусоїдні електричні коливання однакової частоти. Результуюче коливання спостерігають на екрані електронного осцилографа.

При дослідженні додавання коливань одного напрямку з близькими частотами на блок вертикального відхилення електронного осцилографа від двох звукових генераторів (ЗГ) подають синусоїдні електричні коливання напруги близької частоти. Таким чином електронний промінь трубки бере участь у двох коливаннях одного напрямку з близькими частотами і однаковими амплітудами, що ми і спостерігаємо на екрані електронного осцилографа [36], [116].

Як доповнення до лабораторної роботи «Дослідження додавання однаково направлених коливань» використовується комп'ютерна програма, що моделює цей процес та виводить параметри биття [57], [234].

Інтерфейс програми (рис. 5.38) дає змогу обирати, які саме коливання виводити на екран: першого генератора, другого, чи результуюче биття.

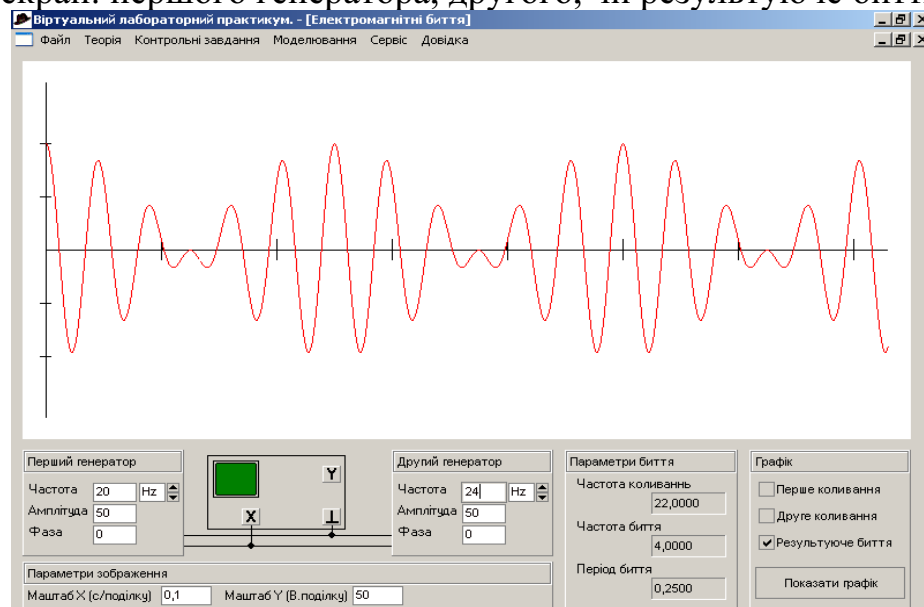


Рис. 5.38. Інтерфейс програми «Додавання однаково направлених коливань» з графіком результуючого биття

Це дає змогу чітко простежити, як змінюється характер биття від того у якій фазі знаходяться два коливання в даній точці, що є важливим для розуміння явища. Крім того, дана модель дає можливість більш широко змінювати частоту коливань та виставляти початкову фазу коливань, що є недосяжним під час роботи з реальними приладами. Програма дає можливість не тільки проводити віртуальний експеримент, а й розв'язувати кількісні та якісні задачі з даної теми [36], [356].

Дослідити додавання двох взаємно перпендикулярних коливань з різними амплітудами та початковими фазами та навчитись керувати роботою звукових генераторів та включати їх в електричне коло студенти мають можливість при виконанні лабораторної роботи «Дослідження додавання взаємно перпендикулярних коливань» (рис. 5.39).

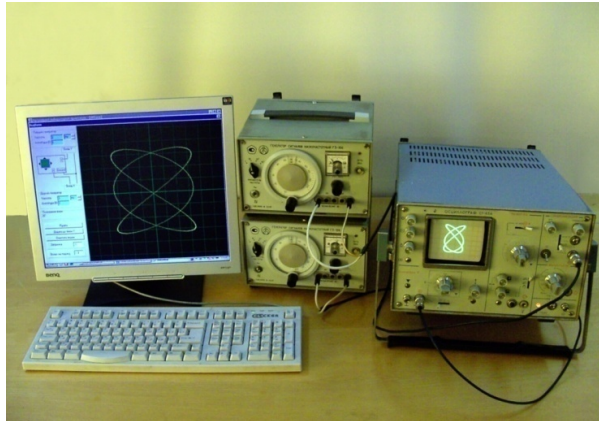


Рис. 5.39. Загальний вигляд лабораторної установки 2.3

При виконанні даної лабораторної роботи студентам необхідно виконати такі завдання:

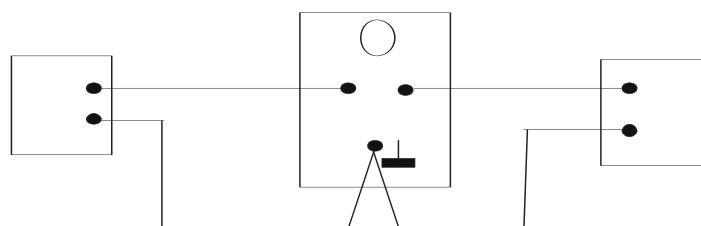
1. Дослідити додавання взаємо перпендикулярних коливань з однаковими частотами за допомогою комп'ютерної моделі Electronics Workbench, електричного кола та комп'ютерної моделі у програмі «eФізика».
2. Дослідити додавання взаємно перпендикулярних коливань з різними за величиною частотами за допомогою комп'ютерної моделі Electronics Workbench, електричного кола та комп'ютерної моделі у програмі «eФізика».

Додавання взаємно перпендикулярних коливань можна дослідити за допомогою комп'ютерної моделі у програмі Electronics Workbench. Інтерфейс програми дає можливість включати в електричне коло генератори, змінювати їх параметри і подавати сигнали на двоканальний осцилограф.

Установка складається з двох звукових генераторів та електронного осцилографа (рис. 5.40).

На вхід «X» блока горизонтально відхиляючих (вертикально розташованих) пластин осцилографа подають від одного генератора синусоїдну напругу відомої частоти f_x . Від другого генератора на вхід «Y» блока вертикально відхиляючих пластин подають синусоїдну напругу невідомої частоти f_y . Залежно від співвідношення цих частот і зсуву фаз обох складових коливань на екрані осцилографа утворюється та чи інша фігура Ліссажу [234], [382].

Рис. 5.40. Схема установки для дослідження додавання взаємно перпендикулярних коливань



Як доповнення до експериментальної частини лабораторної роботи «Дослідження додавання взаємно перпендикулярних коливань» використовується комп'ютерна програма, що моделює цей процес. Інтерфейс програми (рис 5.41) дає змогу моделювати утворення фігур Ліссажу та чітко простежити, як змінюється її вигляд від того, в якій фазі знаходяться два коливання в даній точці, що є важливим для глибокого розуміння явища.

Крім того, дана модель дозволяє широко змінювати частоту коливань та виставляти різницю фаз коливань, що є неможливим під час роботи з реальними приладами. Програма дає можливість не тільки проводити віртуальний експеримент, а й розв'язувати кількісні та якісні задачі з даної теми [36], [127], [234].

Після порівняння експериментальних даних додавання двох взаємно перпендикулярних коливань з результатами, які отримані за допомогою програм Electronics Workbench і «eФізика» студенти мають захистити отримані дані та зроблені висновки.

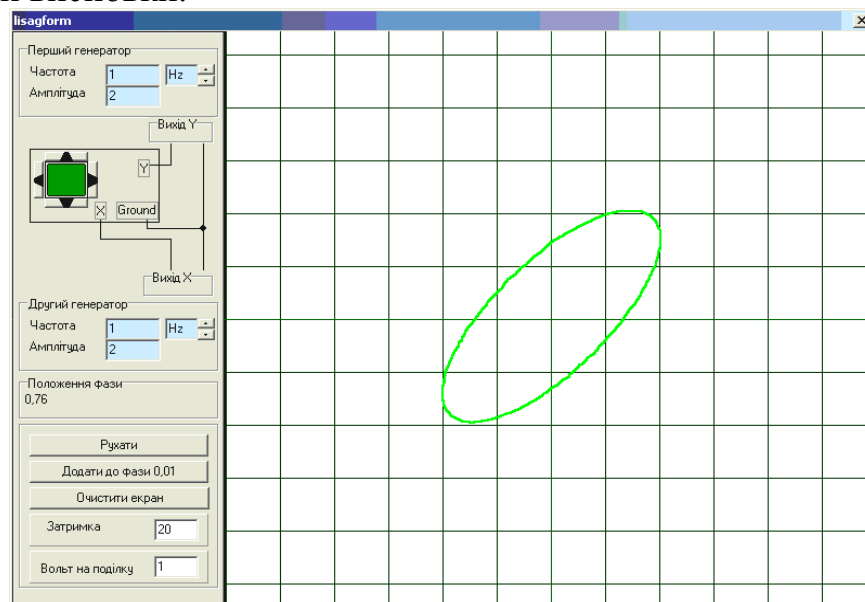


Рис. 5.41. Інтерфейс програми «Дослідження додавання взаємно перпендикулярних коливань». Співвідношення частот 1:1

Лабораторна робота «Дослідження явища інтерференції світла» має за мету: дослідити явище інтерференції світла на прикладі кілець Ньютона, експериментально підтвердити основні теоретичні положення інтерференції світла, розглянути способи утворення когерентних світлових хвиль та з'ясувати умови максимумів і мінімумів інтерференційних картин. А також методом кілець Ньютона визначити довжини хвиль деяких ділянок видимого спектра (рис. 5.42).



Рис. 5.42. Загальний вигляд лабораторної установки 2.4

Перед студентами стоїть завдання за допомогою приладу «Кільця Ньютона», визначити довжини хвиль ділянок спектра, які задані викладачем. Дослідна установка складається з проєкційного апарату з оптичною лавою, на якій відповідно розташовується прилад «Кільця Ньютона» (рис. 5.43).

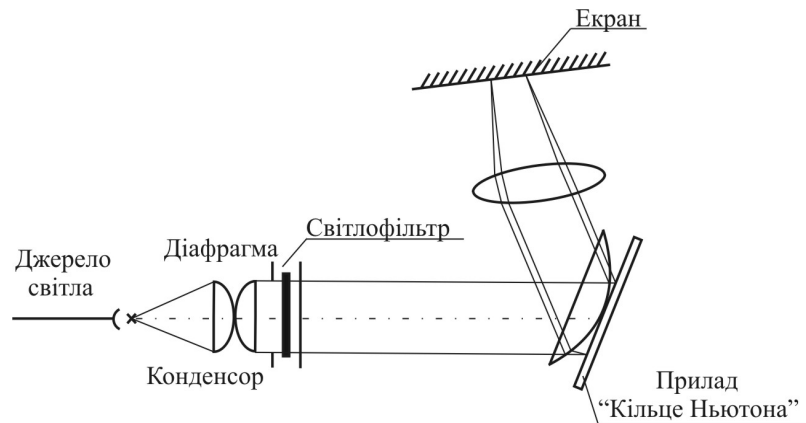


Рис. 5.43. Схема лабораторної установки

Для вивчення явища інтерференції світла при розповсюдженні електромагнітних хвиль використовується моделююча програма «Властивості розповсюдження електромагнітних хвиль» (рис. 5.44).

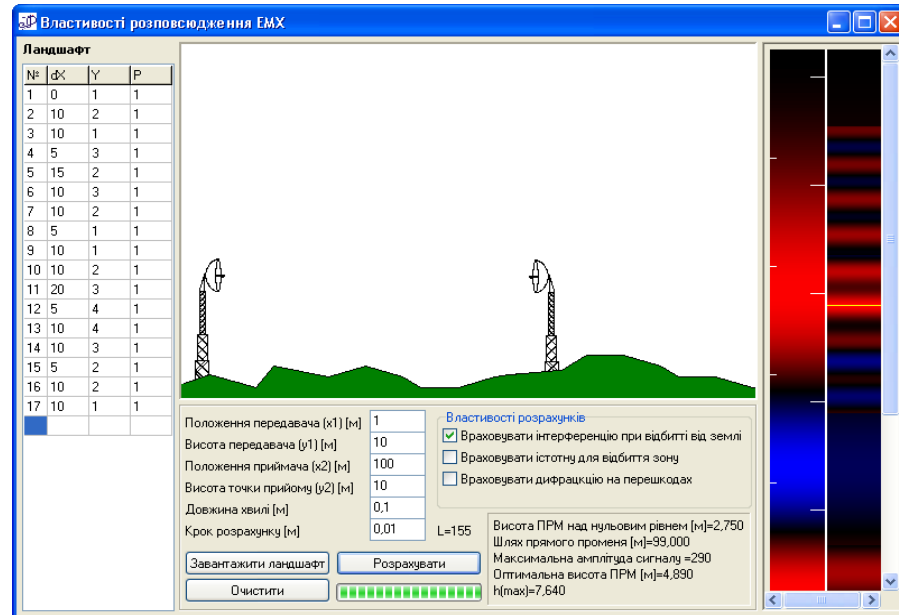


Рис. 5.44. Інтерфейс програми «Властивості розповсюдження електромагнітних хвиль» із завантаженим довільним ландшафтом

Вона дає можливість розглянути явище інтерференції при розповсюдженні хвиль між передавальною та приймальною антенами, які розміщені на місцевості із заданим ландшафтом, що вводиться на початку експерименту або завантажується із спеціального файлу. Вхідними даними для програми є положення передавача на місцевості, його висота, положення та максимальна висота приймача, довжина хвилі. Програма в полі графічного відображення інформації виводить інтерференційну картину в точці прийому по всій висоті приймальної антени, оптимальну висоту приймача та амплітуду сигналу на оптимальній висоті у відсотках від амплітуди при вільному розповсюдженні. Ділянка інтерференційного спектра з найбільшою амплітудою виділяється окремим яскравим кольором (червоним або синім). Особливістю програми є те, що вона розраховує всі можливі шляхи хвилі при розповсюдженні над пересіченою місцевістю, з урахуванням закритості траси.

Студентам пропонується наступний порядок виконання роботи:

I. Розглянути утворення інтерференційних картин за допомогою комп'ютерних моделей «Дослід Юнга» та «Кільця Ньютона» у програмі «Открытая физика 2.5» та моделей «Інтерференція хвиль» у програмах «Виртуальная физика» та «1С: Репетитор Физика» [1], [129], [329].

Комп'ютерна програма «Інтерференція хвиль» у програмі «Виртуальная физика» (рис. 5.45) дає можливість моделювати хвильове поле при інтерференції хвиль від двох точкових джерел та розглянути залежність інтерференційної картини від частоти та амплітуди хвиль.

Інтерфейс програми дає можливість змінювати положення, амплітуду та частоту хвиль когерентних джерел і в полі графічного відображення інформації спостерігати за допомогою мережі кольорових індикаторів розподіл амплітуди хвильового поля. Зростанню амплітуди відповідає зміна кольору індикатора в спектрі чорний-червоний-жовтий-білий.

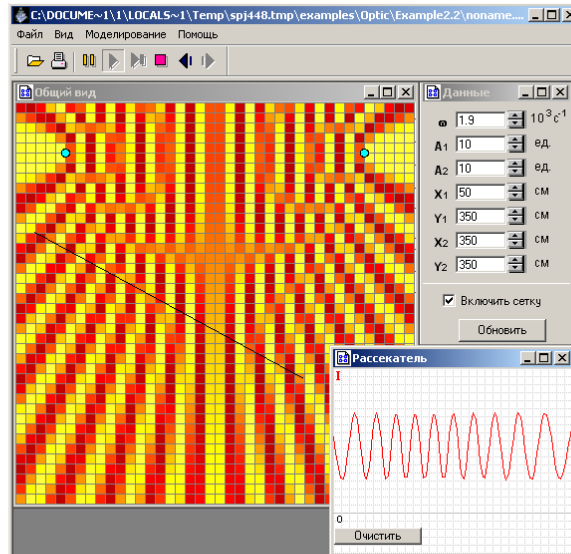


Рис. 5.45. Інтерференція хвиль у програмі «Виртуальная физика»
Комп'ютерна модель у програмі «Открытая физика 2.5» (рис. 5.46) дає змогу змінювати довжину світлової хвилі λ і відстань між щілинами d та виводить на дисплеї інтерференційну картину в збільшеному масштабі та графік розподілу інтенсивності світла на екрані.

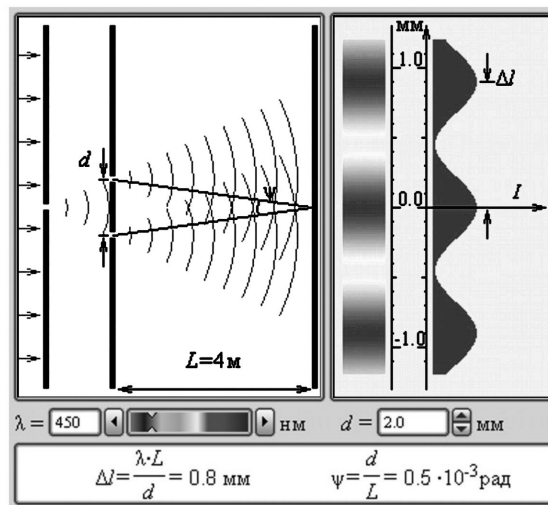


Рис. 5.46. Модель «Дослід Юнга» у програмі «Открытая физика 2.5»

Інтерактивна модель (рис. 5.47) дає можливість спостерігати утворення інтерференційних максимумів на екрані.

Комп'ютерна модель «Кільця Ньютона» (рис. 5.48) дає можливість змінювати довжину хвилі λ світла і радіус кривизни R поверхні лінзи, розраховує радіус r_1 першого темного кільця та виводить у збільшеному вигляді інтерференційну картину [36], [234], [266], [276], [387].

II. Отримати допуск до виконання лабораторної роботи, виконавши тест, який знаходиться в меню «Тести» програми «eФізика».



Рис. 5.47. Інтерфейс моделі «Інтерференція хвиль» у програмі «1С: Репетитор Фізика»

III. Виконати лабораторну роботу, використовуючи установку, схему якої зображено на рисунку 5.43.

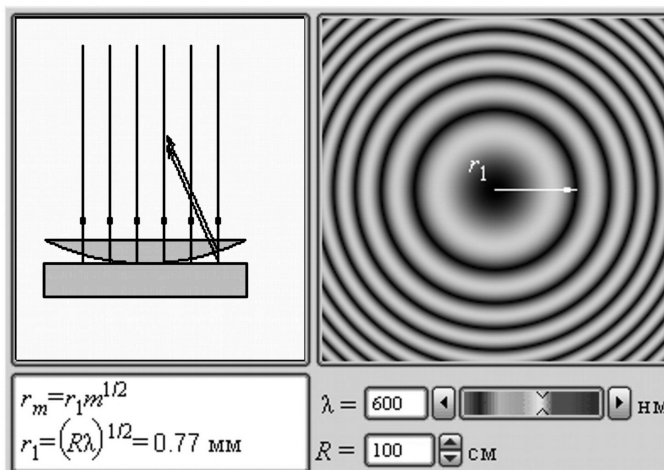


Рис. 5.48. Модель «Кільця Ньютона у програмі «Открытая физика 2.5»

IV. Розглянути вплив явища інтерференції на здійснення радіозв'язку за допомогою програми, яка знаходиться в меню «Моделювання» програми «e Фізика».

1. Запустити в програмі «eФізика» віртуальну модель «Властивості розповсюдження електромагнітних хвиль»

2. Завантаживши ландшафт і виставивши положення та висоту передавача, положення та максимально можливу висоту приймача, довжину хвилі (задаються викладачем), визначити оптимальну висоту приймальної антени зумовлену явищем інтерференції.

V. За отриманими даними провести розрахунки та порівняти значення довжин хвиль, які отримали експериментально з їх дійсним значенням, зробити висновок.

Дослідити явища дифракції світла, розглянути особливості дифракційної картини та спектра для різних дифракційних елементів, експериментально підтвердити основні теоретичні положення дифракції світла і визначити довжини хвиль деяких ділянок видимого світла, використовуючи дифракційну решітку. Студенти мають можливість при виконанні лабораторної роботи «Дослідження явища дифракції світла» (рис. 5.49).



Рис. 5.49. Загальний вигляд лабораторної установки 2.5

При виконанні даної лабораторної роботи студентам необхідно виконати такі завдання: розглянути дифракційну картину, яка утворюється при використанні різноманітних дифракційних елементів, та визначити довжини хвиль ділянок спектра, які задані викладачем.

Дифракційну решітку освітлюємо паралельними променями і на екрані отримуємо дифракційну картину. За відстанями між дифракційною решіткою і екраном та між нульовим максимумом і максимумом n -го порядку (рис. 5.51) визначаємо довжину хвилі світла певного кольору [175], [234], [382].

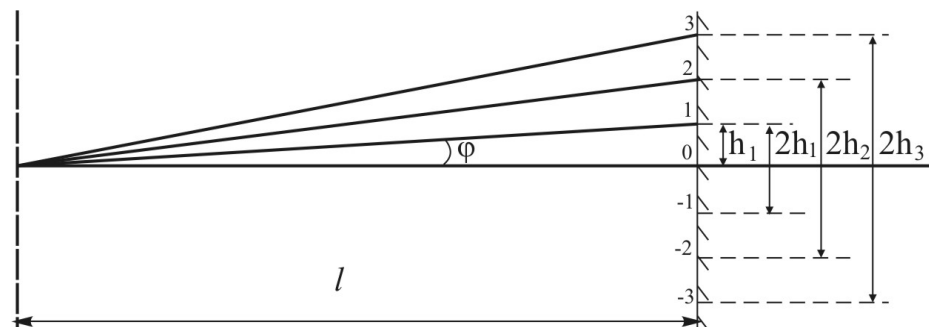


Рис. 5.51. Положення дифракційних максимумів на екрані

Для вивчення впливу явища дифракції на розповсюдження радіохвиль використовується програма «Властивості розповсюдження ЕМХ» (рис. 5.52).

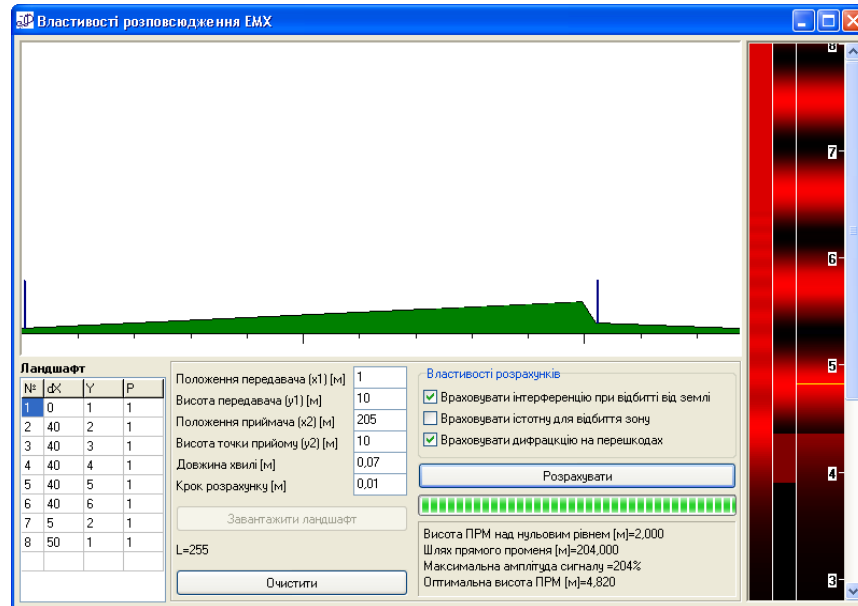


Рис. 5.52. Інтерфейс програми «Властивості розповсюдження ЕМХ»

Програма моделює випадок дифракції Френеля на напівобмеженому плоскому екрані, бо цей випадок дифракції на практиці зустрічається найчастіше. Роль екрана на трасі розповсюдження радіохвиль може відігравати будь-яка перешкода (будівля, гора тощо).

Вхідними даними для програми є положення перешкоди на місцевості, висоти передавача та приймача, довжина хвилі. Окремо задається ландшафт, який зберігається в спеціальному файлі. Після розрахунків програма моделює дифракційну картину в точці прийому у правій частині вікна програми. Геометрично за перешкодою на трасі розповсюдження радіохвиль має бути «тінь», тобто область, в якій напруженість поля дорівнює нулю. Але за рахунок дифракції в області тіні виникає певна напруженість електричного поля. Для того, щоб це було видно наочно, програма зображує три спектри. Перший спектр – це напруженість поля в точці прийому з урахуванням тільки дифракції. Другий спектр враховує тільки інтерференцію, а явище дифракції не враховується. Тому там, де на другому спектрі спостерігається чорна ділянка (відсутність напруженості поля), на першому дифракційному спектрі може спостерігатися забарвлення, яке відповідає певній величині напруженості електричного поля.

Таким чином, програма може враховувати також і явище інтерференції. Третім спектром на рисунку є результуючий спектр напруженості поля в точці прийому з урахуванням як дифракції, так і інтерференції [2], [14], [36], [84], [86], [117], [134], [136], [187], [217], [234], [256], [405].

Додатково студентам пропонується розглянути утворення дифракційної картини за допомогою комп'ютерної моделі «Дифракційна решітка» у програмі «Открытая физика 2.5» [329].

Інтерактивна модель у програмі (рис. 5.53) дає можливість спостерігати утворення дифракційних максимумів на екрані внаслідок дифракції Фраунгоуфера.

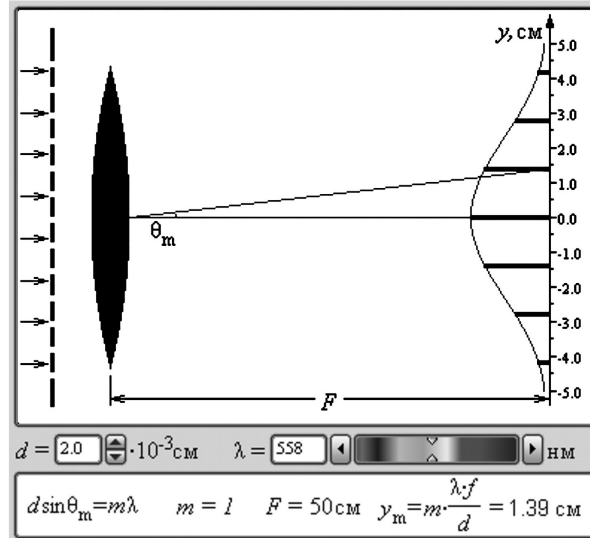


Рис. 5.53. Модель «Дифракційна решітка» в програмі «Открытая физика 2,5»

Комп'ютерна модель дає змогу змінювати період решітки d , довжину світлової хвилі λ та вибирати порядок m максимуму. В полі графічного виведення інформації можна спостерігати розподіл інтенсивності світлової хвилі на екрані після проходження дифракційної решітки та вимірювати координату певного максимуму, загальне число головних максимумів, які можна отримати за заданим значенням періода дифракційної решітки та найбільший порядок спектра [36], [129], [290], [291].

Лабораторна робота «Дослідження поляризації світла» має за мету: Вивчити фізичну природу явища поляризації світла, досліджуючи поляризацію світла при відбиванні від діелектрика і розглянути світлові явища, які відбуваються на межі розділу двох середовищ (рис. 5.54).

Перед студентами стоїть завдання:

1. Дослідити поляризацію світла при відбиванні від діелектрика за допомогою комп'ютерної моделі у програмі «eФізика».
2. Дослідити поляризацію світла при відбиванні від діелектрика за допомогою лабораторної установки. Побудувати графік залежності фотоструму, створеного світлом, що відбите від діелектрика, від кута падіння ($I = f(i)$) для двох діелектриків. За графіком $I = f(i)$ визначити кут Брюстера та показник заломлення діелектрика.



Рис. 5.54. Загальний вид лабораторної установки 2.6

Світло від джерела L , яке відбите від дзеркала D із досліджуваного діелектрика, досліджується за допомогою установки (рис. 5.55). Як аналізатор використовують поляроїд A , розташований перед фоторезистором F , на який подається постійна напруга від універсального джерела живлення ВУП-2 [36], [133], [234], [251].

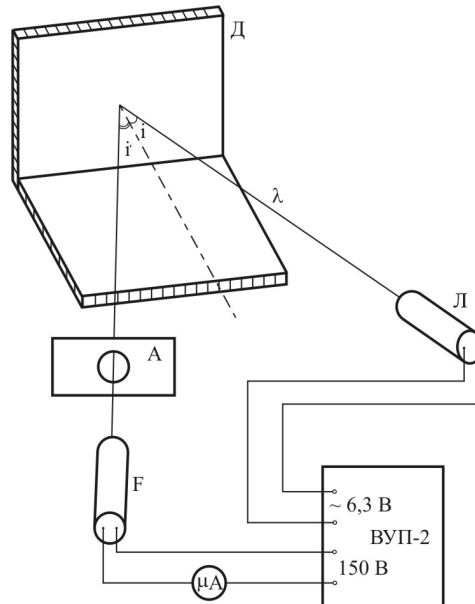


Рис. 5.55. Принципова схема установки для вивчення закону Брюстера

Природне світло від джерела світла падає на діелектрик D , відбивається і поляризується. A після проходження через аналізатор потрапляє на фоторезистор F та збільшує його провідність. Інтенсивність світла, що відбивається від діелектрика, змінюється при зміні кута падіння та при обертанні поляроїда A навколо осі, що співпадає з променем. Струм у колі фоторезистора прямо пропорційний інтенсивності світла, яке потрапляє на нього і вимірюється мікроамперметром.

Для проведення дослідження за допомогою вимірювального комплексу складається схема (рис. 5.56), у якій використовується з'єднаний з комп'ютером аналого-цифровий перетворювач, що увімкнено у коло фоторезистора.

АЦП, увімкнений у коло фоторезистора, вимірює спад напруг на резисторі R , який пропорційний силі струму у фоторезисторі та, відповідно, інтенсивності світла.

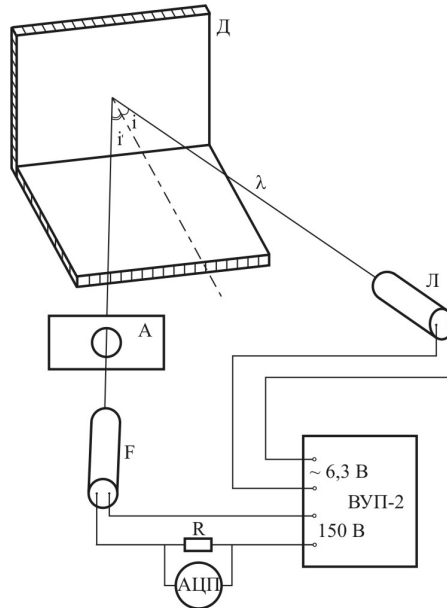


Рис. 5.56. Принципова схема установки для вивчення закону Брюстера з використанням АЦП

Інтерфейс комп'ютерної програми (рис. 5.57) дає можливість вводити значення кута падіння світлового променя на діелектрик та проводити вимірювання напруги при різному його значенні.

Після введення кута у вікно і натискання кнопки «Записати» у таблицю автоматично буде занесене значення напруги. Програма здійснює обробку результатів та виводить графік залежності

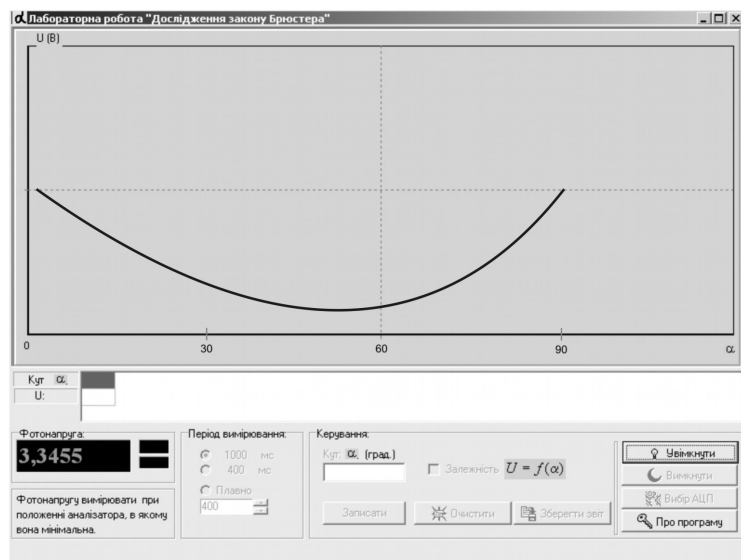


Рис. 5.57. Інтерфейс програми «Дослідження закону Брюстера»

Програма «Закон Брюстера. Геометрична оптика» дає можливість досліджувати два явища: закони геометричної оптики та явище поляризації світла при відбиванні від діелектрика (рис. 5.58), які є нероздільними в реальному світі [36], [189], [229].

Вхідними даними для даної програми є кут падіння природного світла та показники заломлення двох середовищ. Показники заломлення можна вводити самостійно, або обрати назву середовища і програма самостійно присвоїть необхідне значення. При виборі назви середовища програма не показує числове значення показника заломлення, але є можливість його «побачити» через натискання кнопки «Delete». Цю функцію зручно використовувати як довідковий матеріал.

Вихідними даними програми є кути відбитого та заломленого світла, ступінь поляризації та показник відбивання. Ступінь поляризації виводиться у відсотках від природного, тому легко визначити кут Брюстера по значенню ступеня поляризації відбитого променя – 100%. Весь хід роботи можна візуально спостерігати – за інтенсивністю відбитого світла після проходження аналізатора, який встановлено перпендикулярно площині поляризації.

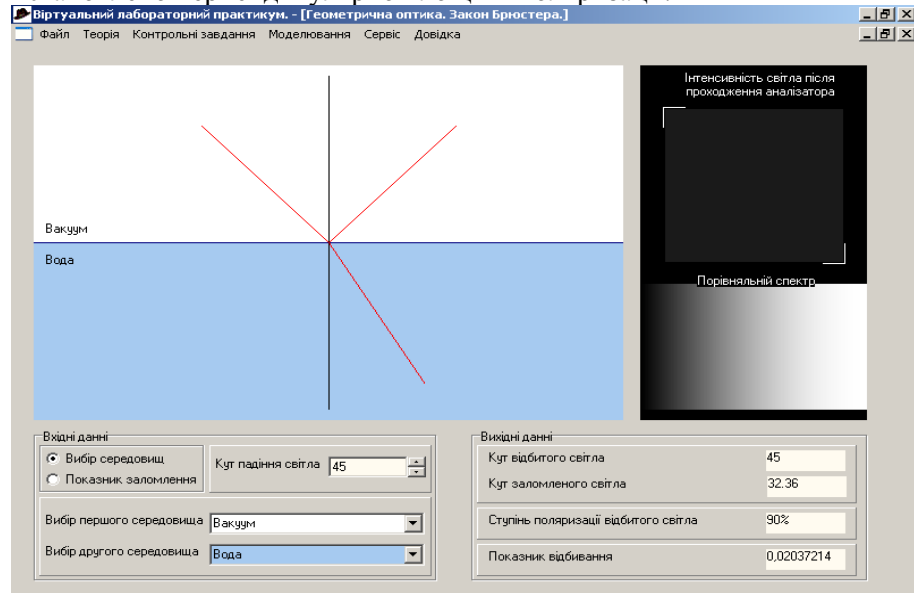


Рис. 5.58. Інтерфейс програми «Геометрична оптика. Закон Брюстера»

Дана віртуальна модель дає можливість також спостерігати явище повного внутрішнього відбивання.

Перед початком роботи студентам пропонується розглянути явище поляризації світла (рис. 5.59) у програмі «Открытая физика 2,5» [329].

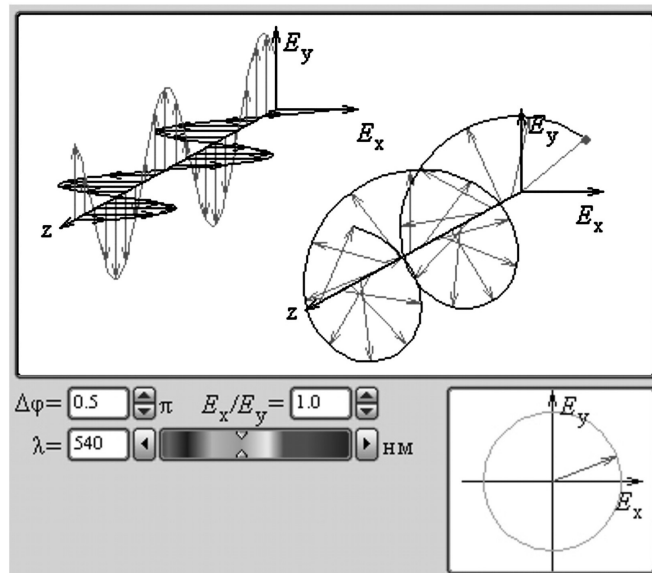


Рис. 5.59. Модель «Поляризація світла» у програмі «Открытая физика 2,5»

Комп'ютерна модель, яка є кінематичним аналогом еліптично поляризованого світла, відтворює складання двох взаємно перпендикулярно поляризованих хвиль E_x і E_y однієї і тієї ж довжини хвилі. Інтерфейс програми дає змогу змінювати співвідношення амплітуд E_x / E_y , довжину хвилі λ та зсув фаз $\Delta\phi$ між коливаннями E_x і E_y .

Запустити в програмі «еФізика» віртуальну модель «Геометрична оптика. Закон Брюстера» і розглянути принцип роботи експериментальної установки. Визначити інтенсивність світла після

проходження аналізатора у відсотках від природного для кутів падіння, які задає керівник занять [39], [73].

У полі графічного відображення результатів студентам необхідно розглянути та

проаналізувати графік залежності $I = f(i)$. Визначити з графіка кут Брюстера, якому відповідає мінімальна напруга. Використовуючи закон Брюстера за допомогою побудованого графіка $I = f(i)$,

результатів проведеного моделювання та отриманої автоматично залежності $I = f(i)$, визначити відносний показник заломлення досліджуваного діелектрика. Захистити дані та зроблені висновки, які отримані в результаті виконання лабораторної роботи.

Лабораторна робота «Вивчення закону Малюса» має за мету: вивчити фізичну природу явища поляризації світла, досліджуючи поляризацію світла при проходженні його через поляризатор та аналізатор, а також Дослідити явище обертання площини поляризації при взаємодії поляризованого світла з оптично активною речовиною (рис. 5.60).

Завдання, що ставиться перед студентами в даній лабораторній роботі полягає у наступному:

1. Дослідити поляризацію світла при проходженні через поляризатор та явище обертання площини поляризації при взаємодії поляризованого світла з оптично активною речовиною за допомогою комп'ютерної моделі у програмі «eФізика».

2. Використовуючи лабораторну установку та вимірювальний комплекс програми «eФізика», одержати експериментальні дані залежності інтенсивності світла (сили струму у фоторезисторі), яке пройшло через поляризатор і аналізатор, від кута між площинами поляризації поляризатора і аналізатора. Проаналізувати отримані дані та на їх основі перевірити закон Малюса.

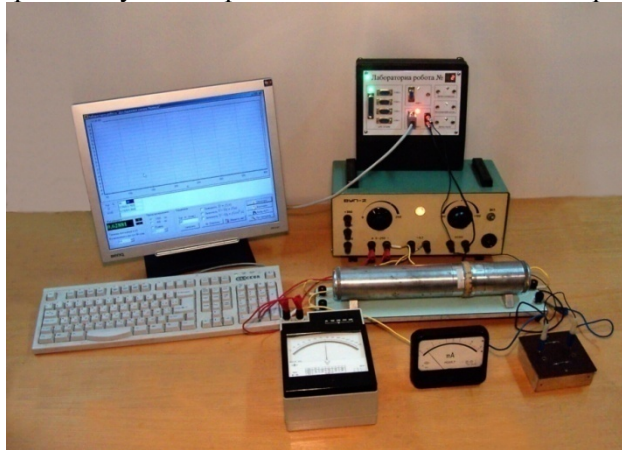


Рис. 5.60. Загальний вигляд лабораторної установки 2.7

Для виконання роботи використовується установка, яка складається з горизонтально розміщеного циліндра (напруга 6,3 В), поляризатором П, аналізатором А, та фоторезистором Ф. Оптична схема установки зображена на рис. 5.61.

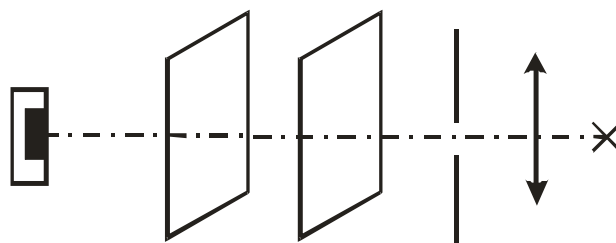


Рис. 5.61. Оптична схема установки 2.7

Паралельний пучок світла від джерела S формується лінзою L та діафрагмою Д і проходить спочатку через поляризатор П. А потім через аналізатор А і потрапляє на фоторезистор Ф, який є напівпровідниковим резистором, що змінює свій опір під дією світлового випромінювання. Фоторезистор приєднано до джерела постійної напруги та послідовно з'єднано з мікроамперметром, який фіксує силу струму, що проходить через фоторезистор (рис. 5.62) [33], [36], [241], [357], [358].

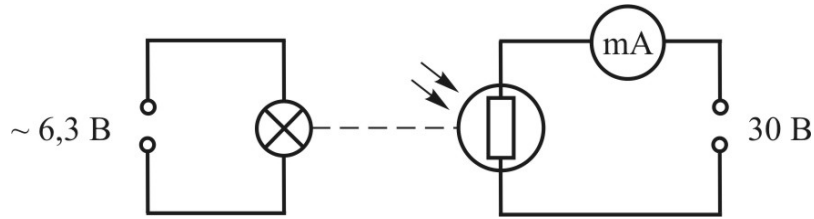


Рис. 5.62. Електрична схема установки 2.7

Оскільки фоторезистор має лінійну характеристику, то сила струму фоторезистора прямо пропорційна інтенсивності світла, яке попадає на фоторезистор. Повертаючи поляризатор (чи аналізатор), можна змінювати кут α між площинами поляризації поляризатора та аналізатора. Величина кута α визначається за шкалою, яка розміщена на рухомій частині циліндра.

Для проведення дослідження за допомогою вимірювального комплексу складається схема (рис. 5.63), у якій використовується аналого-цифровий перетворювач (АЦП), що приєднаний до комп'ютера.

АЦП, увімкнений у коло фоторезистора, вимірює спад напруг на резисторі R, який пропорційний силі струму у фоторезисторі та інтенсивності світла.

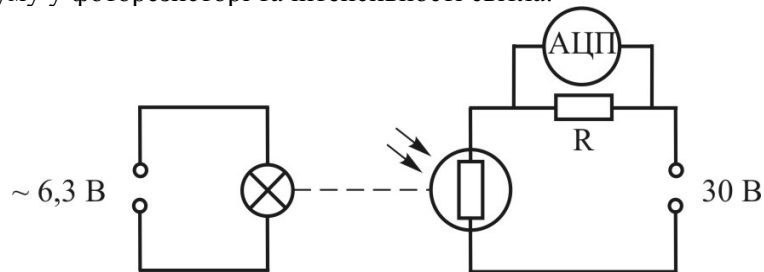


Рис. 5.63. Електрична схема установки з використанням АЦП

Інтерфейс комп'ютерної програми (рис. 5.64) дає можливість вводити значення кута повороту площини поляризації аналізатора та проводити вимірювання напруги при різному значенні

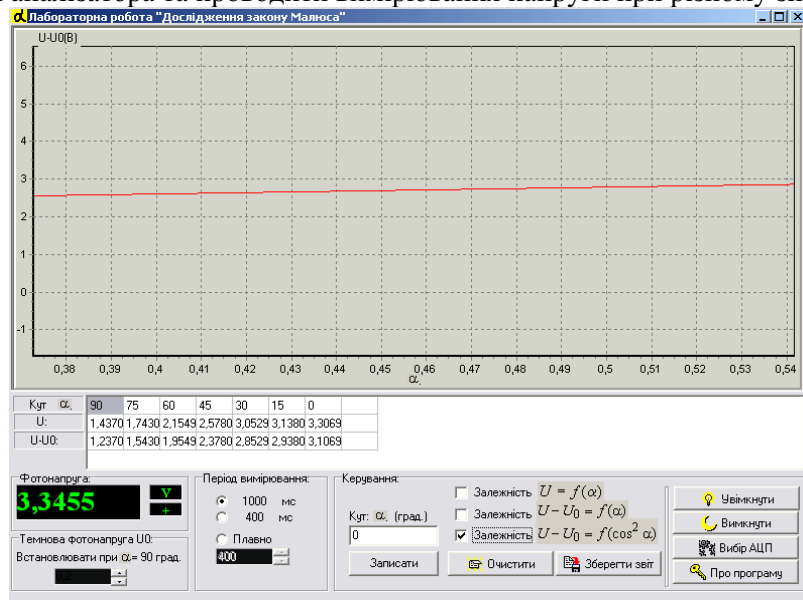


Рис. 5.64. Інтерфейс програми «Вивчення закону Малюса»

Після введення кута α у вікно і натисканні кнопки «Записати» у таблицю автоматично буде занесене значення напруги. Програма здійснює обробку результатів за законом Ома та виводить графік залежності $U = f(\alpha)$; $U - U_0 = f(\alpha)$; $U - U_0 = f(\cos^2 \alpha)$, де U_0 – значення спаду напруги при значенні кута $\alpha = 0$; U_0 – значення напруги при $\alpha = 90$ град.

Як доповнення до лабораторної роботи «Вивчення закону Малюса» використовується моделююча комп'ютерна програма, яка дає змогу керувати параметрами поляризатора та аналізатора

(рис. 5.65) [36], [38], [58].

Вхідними даними для програми є кути повороту поляроїдів та їхні коефіцієнти поглинання. А вихідними даними – інтенсивність світла після проходження поляризатора та аналізатора у відсотках від природного. Зміни вхідних даних миттєво відображаються на схематичному зображенні установки та у розділі вихідних даних. Також програмою передбачена можливість візуального порівняння інтенсивностей світла після проходження поляроїдів.

Крім того, комп'ютерна модель дає можливість проводити досліди з оптично активними речовинами. Речовина, розчин або твердий матеріал, розміщується у просторі між поляризатором і аналізатором.

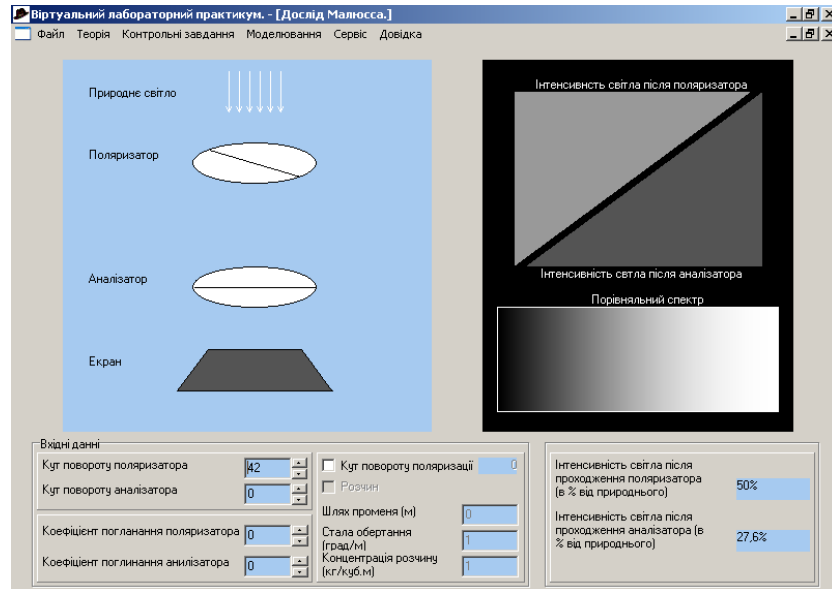


Рис. 5.65. Інтерфейс програми «Дослід Малюса»

Вхідними даними для роботи з оптично активними речовинами є довжина шляху променя у речовині та стала обертання, а у випадку розчину – питоме обертання та концентрація розчину. Порядок виконання лабораторної роботи ґрунтується на розробленому автором триєдиному підході:

I. Запустити в програмах «1С: Репетитор Фізика» та «еФізика» моделі «Закон Малюса» і розглянути принцип роботи експериментальної установки.

Принцип роботи лабораторної установки можна розглянути за допомогою інтерактивної моделі в програмі «1С: Репетитор Фізика» (рис. 5.66) [1].



Рис. 5.66. Інтерфейс інтерактивної моделі «Закон Малюса»

Інтерфейс програми дає змогу здійснювати обертання поляризатора та аналізатора й спостерігати зміну інтенсивності світла на екрані.

Визначити у програмі «еФізика» інтенсивність світла після проходження аналізатора у відсотках від природного для кутів повороту аналізатора і поляризатора та коефіцієнтів поглинання,

які задає керівник занять.

II. Отримати допуск до виконання лабораторної роботи, виконавши тест, який знаходиться в меню «Тести» програми «eФізика».

III. Виконати лабораторну роботу, використовуючи установку, схему якої зображено на рисунку 5.62.

IV. Виконати лабораторну роботу, використовуючи комп'ютер як вимірювальний комплекс за допомогою програми, яка знаходиться в меню «Вимірювання» програми «eФізика».

1. Зібрати та після перевірки викладачем увімкнути схему (рис. 5.63) з використанням аналого-цифрового перетворювача.

2. У програмі «eФізика» (меню «Вимірювання») запустити лабораторну роботу «Вивчення

закону Малюса», і в блоці «Керування» увімкнути залежність

3. Повернути аналізатор на кут α і ввести його значення у відповідне поле на панелі керування. Шляхом натискання кнопки «Записати» занести значення напруги у таблицю. Дослід повторити декілька разів для кутів повороту аналізатора, які задає викладач.

4. Розглянути та проаналізувати графік залежності

V. Перевірити закон Малюса за допомогою побудованого графіка

, і

формули

, результатів проведеного моделювання та отриманої

автоматично залежності

Захистити дані, які отримані в результаті виконання

лабораторної роботи, та зроблені висновки.

Отже, використання комп'ютерного забезпечення дозволяє студентам у реальному коливальному контурі дослідити затухаючі коливання, вивчити явище інтерференції світла при розповсюдженні електромагнітних хвиль з використанням моделюючої програми «Властивості розповсюдження електромагнітних хвиль», розглянути утворення дифракційної картини на комп'ютерній моделі «Дифракційна решітка», за допомогою програми «Закон Брюстера. Геометрична оптика» досліджувати закони геометричної оптики та явище поляризації світла при відбиванні від діелектрика». Таким чином, комп'ютерні технології дозволяють студентам змоделювати конкретні фізичні процеси, що сприяє більш глибокому їх усвідомленню.

5.3. Методика використання комп'ютерних технологій під час проведення лабораторних робіт з розділу «Фізика твердого тіла»

Розділ «Фізика твердого тіла» представлений у навчально-методичному комплексі «eФізика» наступними лабораторними роботами:

- «Визначення енергії активації напівпровідника»;
- «Дослідження зміни провідності електронно-діркового переходу від температури»;
- «Дослідження світловипромінюючого діода».

Лабораторна робота «Визначення енергії активації напівпровідника» має за мету: вивчити природу струму в чистих напівпровідниках, розкрити механізм електропровідності напівпровідників при наявності домішок та розглянути фізичну природу залежності електропровідності напівпровідників від температури, дослідити температурну залежність опору напівпровідника і визначити його енергію активації (рис. 5.67) [123], [263], [309], [322]

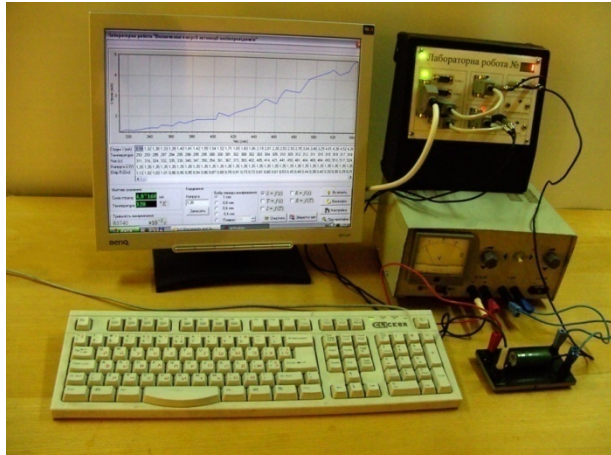


Рис. 5.67. Загальний вигляд лабораторної установки 3.1

Лабораторна установка складається з електронагрівача (дротяний резистор) (1), термістора типу ММТ-8 (2), приладу В7-15 для вимірювання опору (3), термометра (4), джерела струму на 6,3 В (5) (рис. 5.68).

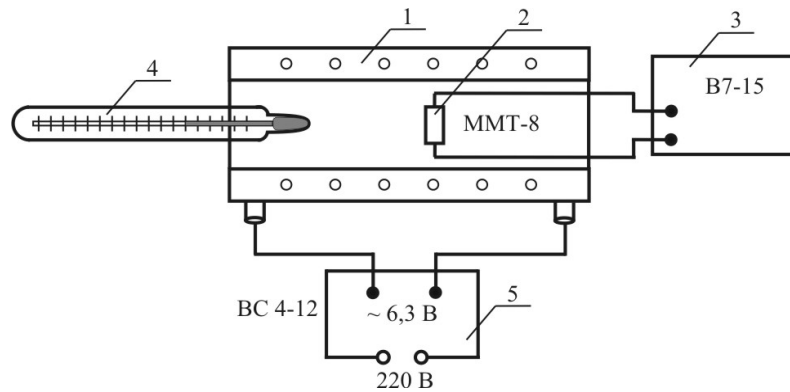


Рис. 5.68. Принципова схема установки для вивчення енергії активації напівпровідника

Для проведення автоматичних вимірювань використовується схема (рис. 5.69), яка складається з розгалужувача LPT-4COM, двох аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) та термодатчика (ДТ).

На перший АЦП подається сигнал від термодатчика ДТ, який забезпечує робочий діапазон температур від -50°C до $+150^{\circ}\text{C}$ та забезпечує точність вимірювання температури не гірше $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Інший АЦП, який увімкнено у коло терморезистора ММТ-8, перетворює спад напруги на резисторі R у цифровий код і пересилає у комп'ютер, де за законом Ома відбувається перерахунок у силу струму, яка тече через терморезистор [36], [99], [115], [136], [144], [253].

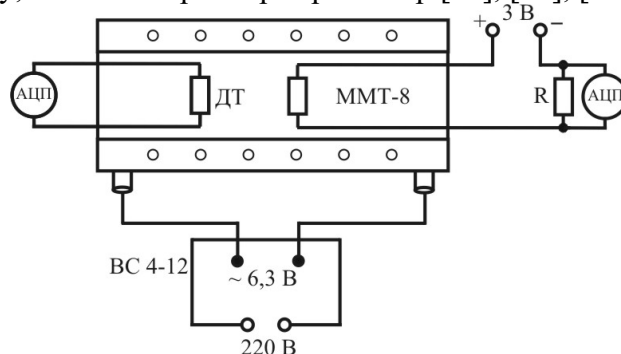


Рис. 5.69. Принципова схема установки для вивчення енергії активації напівпровідника з використанням АЦП

Інтерфейс комп'ютерної програми дає можливість вводити значення напруги в колі терморезистора та проводити вимірювання його опору при різній температурі. Після введення у

вікно значення напруги, яка подається на терморезистор, і натискання кнопки «Записати» у таблицю автоматично буде занесене значення струму, що тече через нього. Програма здійснює обробку

результатів за законом Ома та виводить графік залежності

(рис. 5.70) та

на

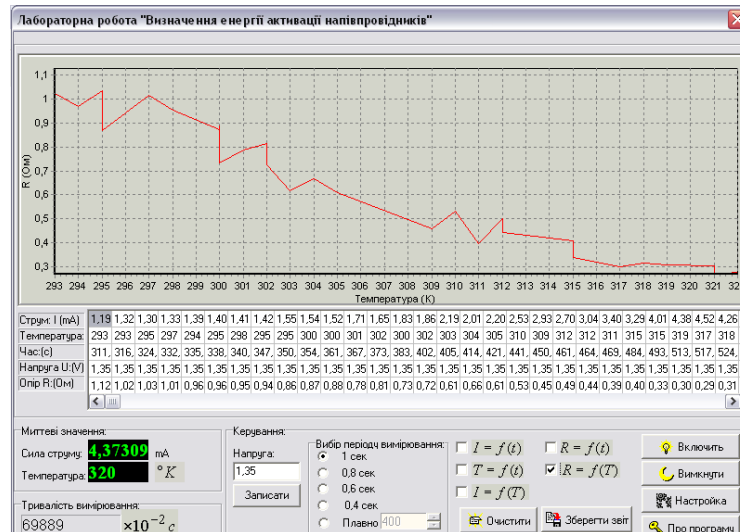


Рис. 5.70. Інтерфейс комп'ютерної програми. Залежність опору терморезистора від його температури

Інтерфейс комп'ютерної програми також дає можливість отримувати на екрані комп'ютера залежності (рис. 5.71) та

Під час нагрівання термістора студенти повинні вимірювати його опір і відповідну температуру (приблизно через кожні 10оС), за допомогою АЦП з термодатчиком. За результатами досліджень вони мають змогу знайти енергію активації напівпровідникового матеріалу термістора для трьох різних інтервалів температур, розміщених у середній частині досліджуваних температур [36], [113], [503], [506], [507].

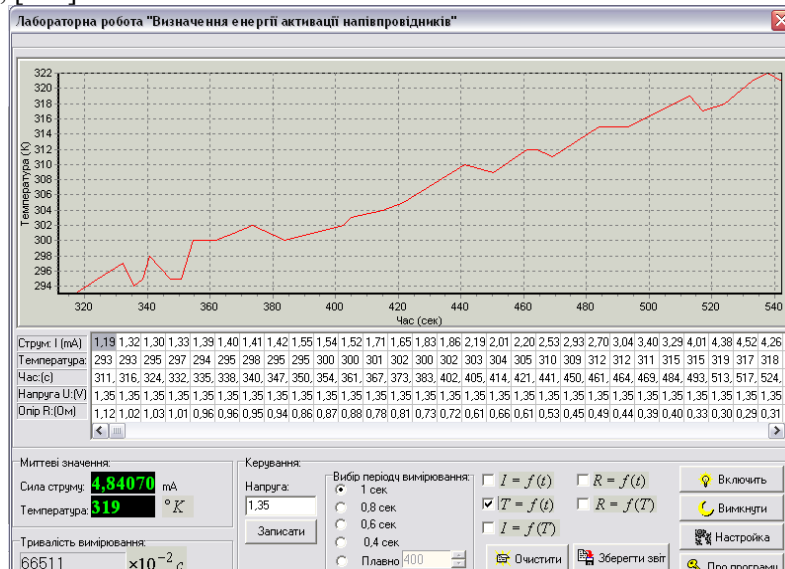


Рис. 5.71. Інтерфейс комп'ютерної програми. Залежність температури терморезистора від часу

Захистити дані та висновки необхідно шляхом порівняння експериментальних даних дослідження залежності опору напівпровідника від температури з результатами, які отримані за допомогою вимірювального комплексу програми «еФізика».

Лабораторна робота «Дослідження зміни провідності електронно-діркового переходу від температури» має за мету: вивчити властивості електронно-діркового переходу та розглянути будову і застосування напівпровідникового діоду. А також встановити температуру 3-руно залежність провідності

електронно-діркового переходу діода, який включено у зворотному напрямі (рис. 5.72) [25], [36], [82], [113], [118], [241], [249].

При виконанні цієї лабораторної роботи студентам необхідно виконати такі завдання:

1. Вивчити основні властивості електронно-діркового переходу.
2. Дослідити залежність опору електронно-діркового переходу діода у зворотному напрямі від температури і виразити її графічно.

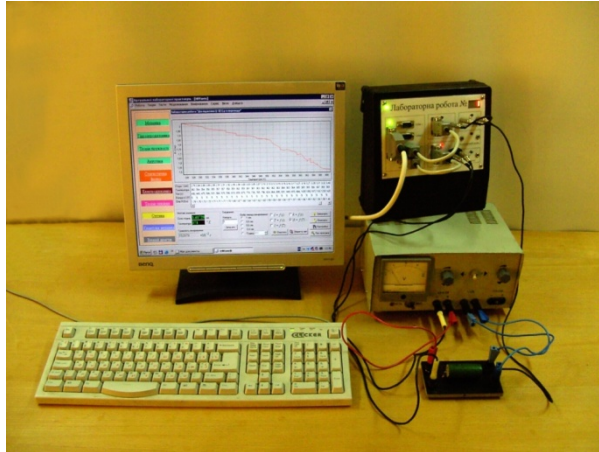


Рис. 5.72. Загальний вигляд лабораторної установки 3.2

Лабораторна установка призначена для дослідження температурної залежності провідності р-п переходу, який включено у зворотному напрямку (рис. 5.73).

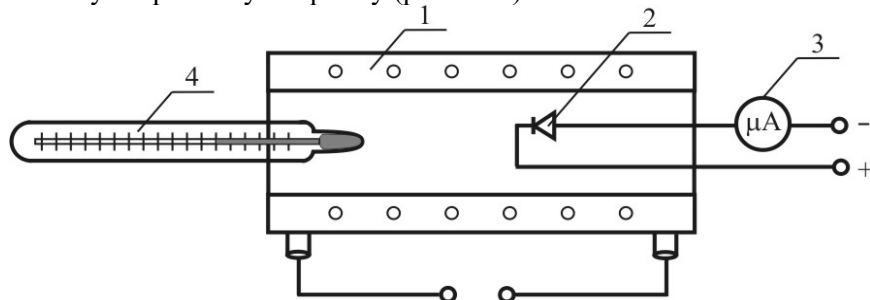


Рис. 5.73. Принципова схема установки для дослідження зміни провідності електронно-діркового переходу від температури

Вимірювання сили струму здійснюється за допомогою мікроамперметра (3), який послідовно з'єднано з напівпровідниковим діодом (2) і підключено до джерела постійного струму з регульованою напругою до 15 В. Нагрівання діода здійснюється за допомогою нагрівача (1), у якому закріплено ртутний термометр (4). Нагрівач виготовлено з фарфорової трубки, на яку намотана спіраль з нікелевого дроту, і підключено до джерела змінного струму напругою 6 В.

Для проведення дослідження за допомогою вимірювального комплексу складається схема (рис. 5.74), у якій використовується два аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) та розгалужувач LPT-4COM.

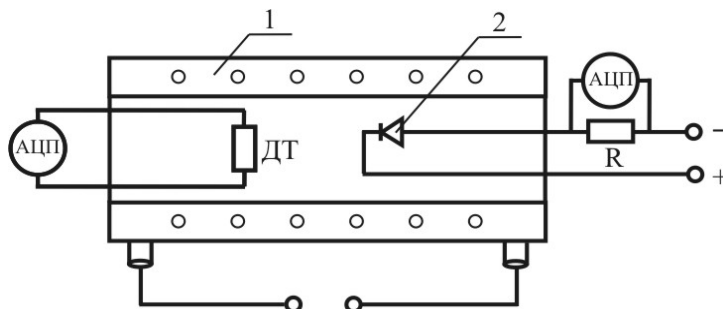


Рис. 5.74. Принципова схема установки для дослідження зміни провідності електронно-діркового переходу від температури з використанням АЦП

АЦП, який увімкнено у коло напівпровідникового діода, перетворює спад напруги на резисторі у цифровий код і пересилає у комп'ютер, де за законом Ома відбувається перерахунок у силу струму, яка і виводиться на екран [72], [74], [504], [505]. Інший АЦП приєднаний до термодатчика, який має робочий діапазон температур від -50°C до $+150^{\circ}\text{C}$ та забезпечує точність вимірювання температури не гірше $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Інтерфейс комп'ютерної програми дає можливість задавати значення напруги в колі діода та проводити вимірювання сили струму, що тече через діод. Після введення у вікно значення напруги, заданої на лабораторному макеті, і натискання кнопки «Записати» у таблицю автоматично буде занесене значення струму. Програма здійснює обробку результатів за законом Ома та виводить графік залежності $R=f(t)$ на екран (рис. 5.75).

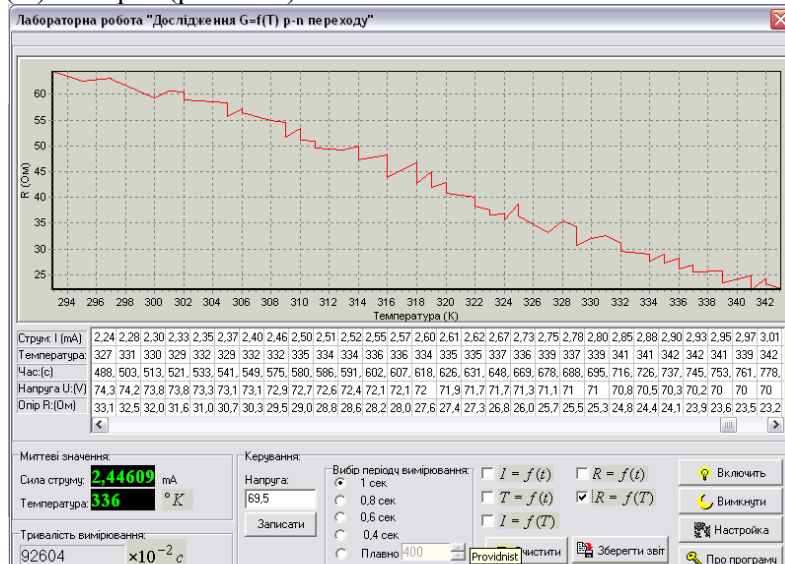


Рис. 5.75. Графік залежності опору р-п переходу від температури

Програма дозволяє також спостерігати зміну температури р-п переходу з часом (рис. 5.76).

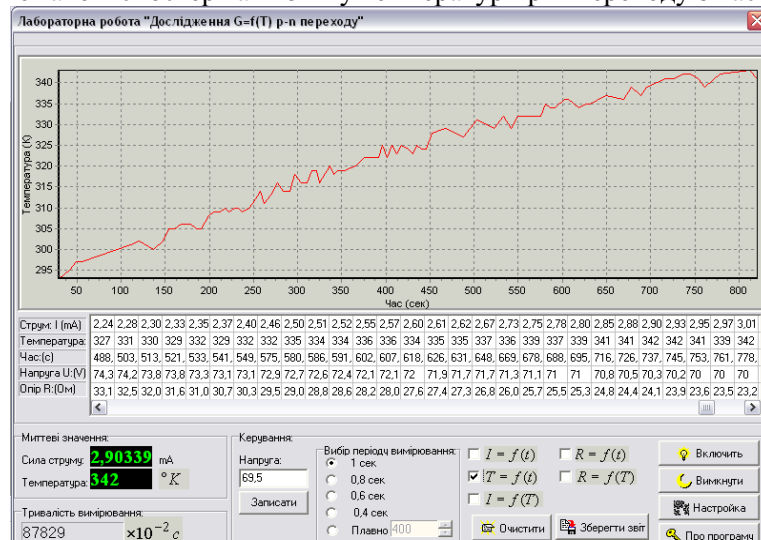


Рис. 5.76. Графік залежності температури напівпровідникового діода від часу вимірювання

Крім того, інтерфейс комп'ютерної програми надає можливість отримати наступні графіки залежностей:

1. Сили струму, що протікає через напівпровідник, від часу вимірювання.
2. Сили струму, що протікає через напівпровідник, від температури (рис 5.77).

3. У полі видачі інформації комп'ютерної програми подаються у вигляді таблиці значення напруги, температури, сили струму, опору та побудовано графіки залежності цих параметрів від температури та часу. Проаналізувавши отримані дані студенти повинні зробити висновки про властивості електронно-діркового переходу.

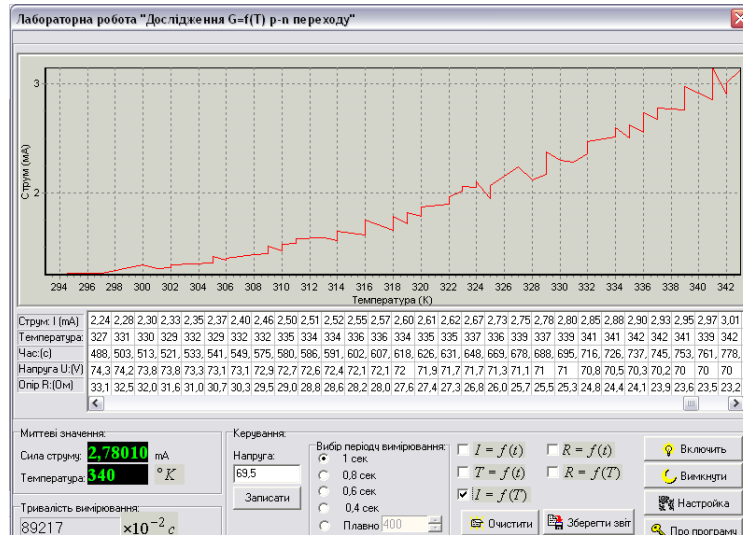


Рис. 5.77. Графік залежності сили струму, що протікає через р-п перехід, від його температури
4. Опору напівпровідника від часу вимірювання (рис. 5.78).

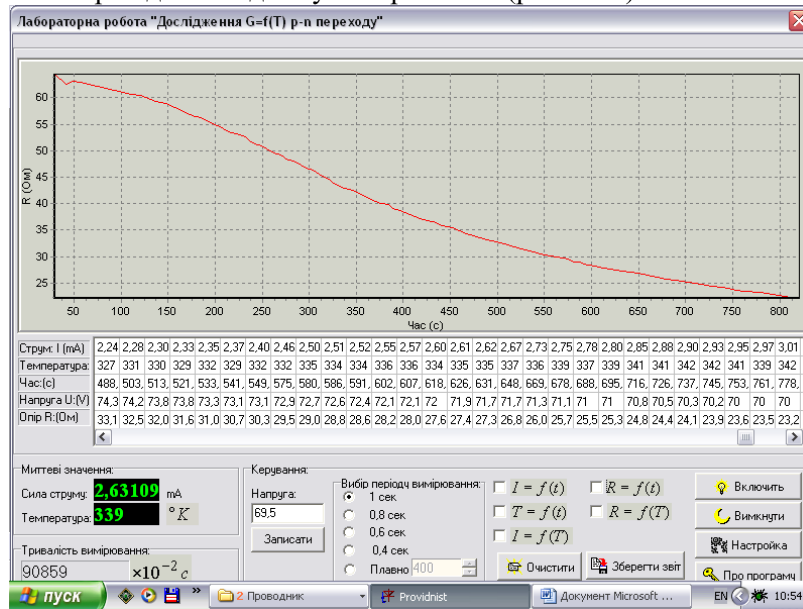


Рис. 5.78. Графік залежності опору р-п перехід від часу вимірювання

Лабораторна робота «Дослідження світловипромінюючого діода» має за мету: вивчити фізичну природу явища випромінювання світла переходом; будову, принцип дії та основні області застосування світловипромінюючих діодів. Дослідити їх світлову та спектральну характеристику (рис. 5.79).



Рис. 5.79. Загальний вид лабораторної установки 4.3

Дослідити світлову та спектральну характеристику світловипромінюючих діодів та визначити ширину забороненої зони напівпровідникових сполук, на основі яких виготовлено світлодіоди на практиці студенти можуть використовувати триєдиний підхід

Лабораторна установка (рис. 5.80) складається з монохроматора, на об'єктив та окуляр якого встановлено відповідно світлодіод (1) та фоторезистор (2), які підключено до кіл живлення.

Монохроматор – пристрій, який використовується для різноманітних спектральних досліджень і виділяє монохроматичні ділянки спектра у видимій та ближній інфрачервоній областях [261]. Зі спектра випромінювання світлодіода виділяють монохроматичні ділянки і направляються на фоторезистор. Фоторезистор в лабораторній роботі використовується для вимірювання інтенсивностей спектральних ліній випромінювання світлодіода [36], [43], [56], [57], [82], [159], [180], [322], які пропорційні силі фотоструму, що реєструється міліамперметром.

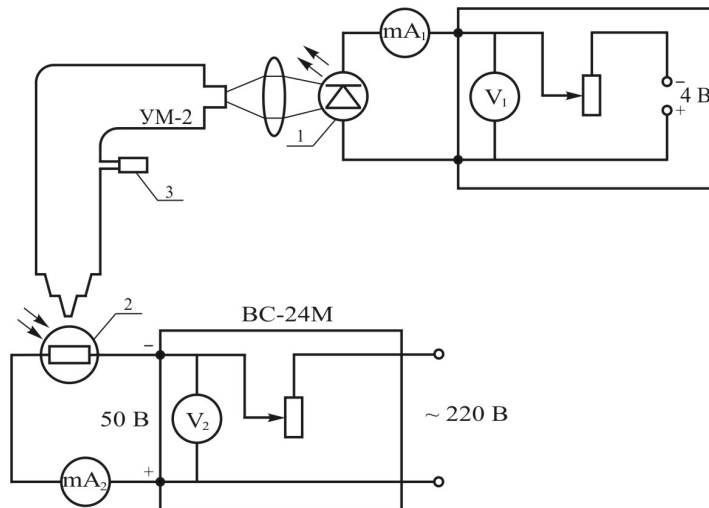


Рис. 5.80. Принципова схема лабораторної установки для дослідження світлодіода

Поділки барабана (3) за допомогою графіка або комп'ютерної програми «eФізика» можна перевести у довжини хвиль. Для цього потрібно запуснути лабораторну роботу «Дослідження світловипромінюючого діода» та увійти в режим вимірювання (рис. 5.81).

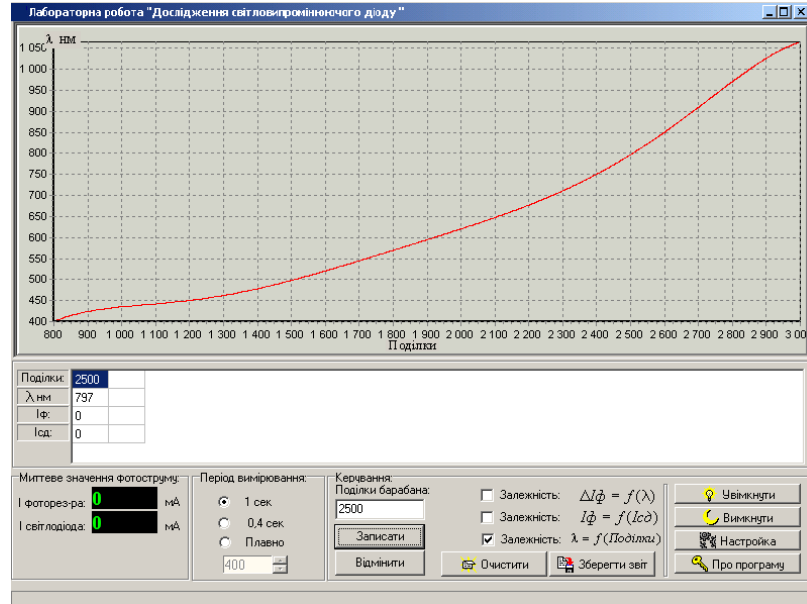


Рис. 5.81. Інтерфейс комп'ютерної програми. Залежність

Увімкнення в полі керування налаштуваннями залежності дозволяє перевести експериментальні значення поділок барабана у довжину хвилі шляхом введення у вікно «Поділки барабана» необхідних значень.

Для проведення дослідження за допомогою вимірювального комплексу складається схема (рис. 5.82), у якій використовується два аналого-цифрові перетворювачі.

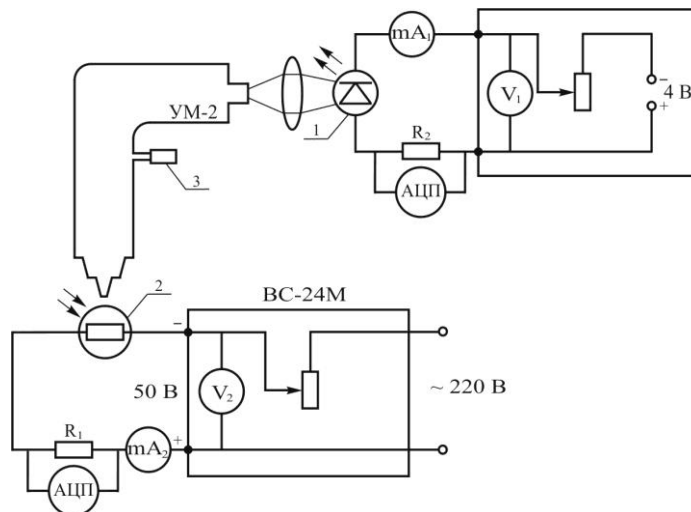


Рис. 5.82. Принципова схема лабораторної установки для дослідження світлодіода з використанням АЦП

Вони перетворюють спад напруг на резисторах відповідних кіл у цифровий код і пересилають у комп'ютер, де за законом Ома відбувається перерахунок у сили струмів, які й виводяться на екран.

Інтерфейс комп'ютерної програми дає можливість проводити дослідження спектральної характеристики світлодіода. Після введення у вікно значень поділок барабана, виставлених на монохроматорі, і натискання кнопки

«Записати» у таблицю автоматично буде занесене значення струму.

Програма також здійснює обробку результатів та виводить графік залежності на екран (рис. 5.83).

Після аналізу отриманих результатів і натискання «Очистити» вимірювальний комплекс готовий до зняття світлової характеристики (рис. 5.84).

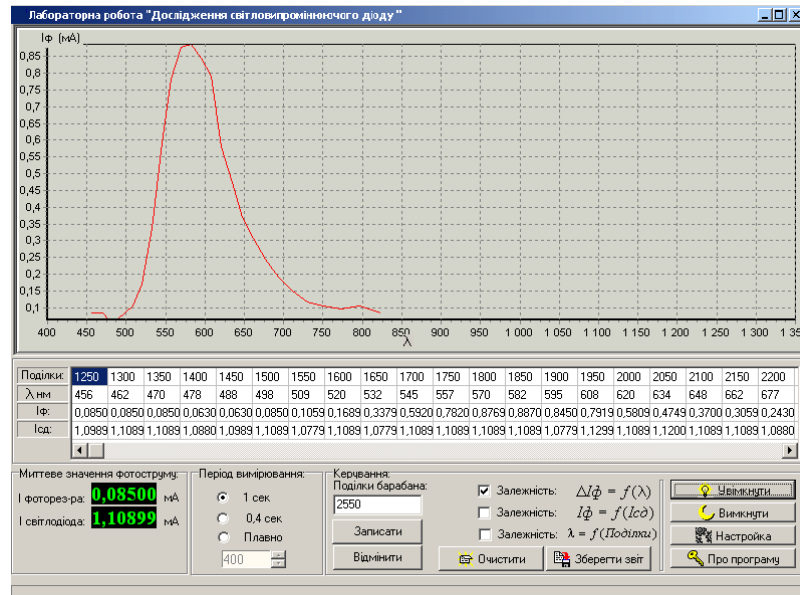


Рис. 5.83. Інтерфейс комп'ютерної програми. Залежність

Для цього потрібно ввести у вікно «Поділки барабана» значення, що відповідає максимуму кривої спектральної характеристики світлодіода, і натиснути кнопку «Записати» після кожної зміни напруги на світлодіоді, починаючи з напруги 3 В до 2 В.

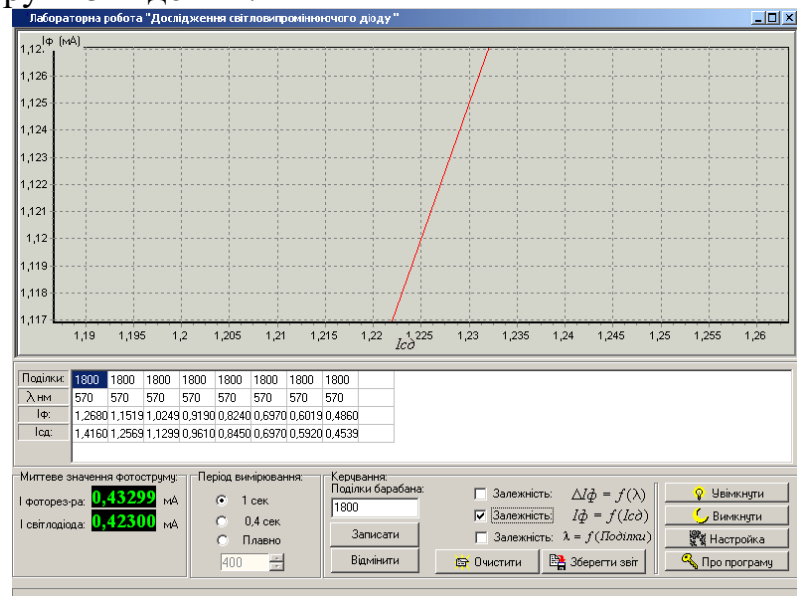


Рис. 5.84. Інтерфейс комп'ютерної програми. Залежність

Захистити дані, що отримані в результаті виконання лабораторної роботи, студенти можуть шляхом порівняння експериментальних даних дослідження спектральної та світлової характеристики світлодіода з результатами, які

отримані за допомогою вимірювального комплексу програми «eФізика».

Трансформація та реформування освіти викликають необхідність проектування і впровадження нової моделі навчання, розробки і практичної реалізації інноваційних комп'ютерних технологій навчання. Важливим аспектом навчання фізиці є проведення лабораторних робіт, в яких студенти можуть здійснювати свої власні експерименти, що має важливе значення для глибокого і ретельного аналізу фізичних процесів. Існуюче навчально-методичне забезпечення лабораторних робіт з курсу фізики у вищих телекомунікаційних навчальних закладах не забезпечує належного формування фізичних знань і подальшого ефективного їх використання у майбутній професійній діяльності. Підвищення якості фахової підготовки майбутніх інженерів – телекомунікаціоністів ставить посилені вимоги як до змісту, що має відображати систему професійної спрямованості фізичних знань, так і до форми викладу навчального матеріалу.

Комп'ютер, з одного боку, надає унікальну, недосяжну в реальному фізичному експерименті можливість візуалізації спрощеної моделі реального явища природи, але з іншого – відбувається підміна реального явища комп'ютерною моделлю, що є досить суттєвим недоліком.

Для його ліквідації поряд із комп'ютерним моделюванням необхідно виконувати роботу на реальних фізичних приладах. Крім того, комп'ютер доцільно використовувати як універсальний комплекс, що дає змогу вимірювати та обробляти різноманітні фізичні параметри за допомогою програмно-апаратних засобів, які ґрунтуються на цифрових технологіях. Реалізація цих ідей вимагає розробки триєдиного підходу до проведення лабораторних робіт, який полягає у спільному використанні реальних приладів, моделюючих програм та комп'ютерного вимірювального комплексу. Такий підхід при вивченні дисциплін «Фізика», «Фізика оптичного зв'язку» і «Хімія та електрорадіоматеріали» дає змогу планувати і проводити підготовку студентів виходячи як з логіки фундаментальних і спеціальних дисциплін, так і з логіки майбутньої професійної діяльності.

Застосування описаних технологій носить комплексний, системний характер, охоплює весь процес навчання та включене в блоки фундаментальної й професійної підготовки

Висновки до розділу 5

1. Розроблено і експериментально апробовано методика використання електронного обладнання та комп'ютерної техніки при вивченні питань фізики, які є актуальними для майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі, що дає можливість реалізувати принцип професійної спрямованості та підвищити рівень фундаментальних знань студентів.

2. Виготовлено і апробовано нове обладнання, що дало можливість удосконалити матеріальну базу навчального фізичного експерименту та розширити його дидактичні можливості. Запропоноване обладнання та методика його використання забезпечують нові методичні підходи до постановки, проведення, обробки, аналізу та збереження даних експериментальних досліджень за допомогою ПК.

3. Обґрунтовано необхідність реалізації у проведенні лабораторних робіт з фізики із використанням комп'ютерних технологій триєдиного підходу, який полягає у комплексному застосуванні моделювання, вимірювання за допомогою комп'ютерної техніки та роботи з реальними лабораторними установками. Запропоновано теоретико-методичні засади використання програмно-апаратних засобів на базі цифрових технологій при проведенні лабораторних робіт із використанням комп'ютерних технологій

4. Створено і впроваджено у практику навчально-методичний комплекс, який містить навчально-методичний контент та використовує інформаційний ресурс в Інтернеті (www.efizika.org.ua). Розроблено модель його методично доцільного і безпечного застосування при проведенні лабораторних робіт з фізики.

5. Доведено, що застосування розроблених обладнання, програмного забезпечення та методики їх використання сприяють інтенсифікації навчального процесу та підвищенню наукового рівня вивчення актуальних для

подальшої професійної діяльності питань курсу фізики.

РОЗДІЛ 6

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

6.1. Загальна характеристика експериментального етапу дослідження

Метою дисертаційного дослідження є виявлення можливості активізації пізнавальної діяльності, підвищення якості засвоєння знань і збільшення ефективності навчання фізики на основі комплексного застосування інноваційних та інформаційно-комунікаційних технологій. Аналіз психолого-педагогічної літератури, результати експериментального дослідження та власний досвід роботи у ВНЗ технічного профілю дали змогу висунути гіпотезу дослідження: розробка і впровадження на основі інформаційно-комунікаційних технологій модульної організації навчального процесу, методу контрприкладів, методу проектів, активізація міжпредметних зв'язків, комп'ютерних моделювання та вимірювання фізичних величин; а також вироблення методики їх використання при вивченні фізики підвищить інтерес студентів телекомунікаційного напрямку підготовки до предмету, буде сприяти розвитку пізнавальної самостійності, підвищить якість знань та умінь [36], [370].

Досягнення мети дисертаційного дослідження вимагає проведення експериментальної перевірки ефективності розробленої системи застосування інноваційних технологій при навчанні фізиці майбутніх фахівців телекомунікацій. Проведення пошуково-дослідницької роботи націлене на фіксування початкових і кінцевих результатів, виявлення динаміки змін у досліджуваних групах та з'ясування відповідних причинно-наслідкових зв'язків. Головною формою проведення цієї роботи є педагогічний експеримент – комплекс методів дослідження, метою якого є забезпечення науково-об'єктивної і доказової перевірки правильності гіпотези дисертаційного дослідження, доведення ефективності обраних дослідником методів та демонстрації результативності розробленої системи навчання фізиці майбутніх фахівців телекомунікацій [73], [78], [80], [318]. Виходячи з цього можна сформулювати основні завдання педагогічного експерименту:

- з'ясування необхідності створення та застосування системи контрприкладів і засобів інформаційних і телекомунікаційних технологій у процесі навчання фізики студентів напрямку підготовки «Телекомунікації» при реалізації міжпредметних зв'язків [69], [70];

- з'ясування необхідності створення сучасних методичних рекомендацій до застосування контрприкладів, засобів інформаційних і телекомунікаційних технологій при проведенні аудиторної та самостійної роботи [72], [76];

- перевірка гіпотези про результативність використання авторського комплексу «eФізика» та освітнього сайту www.efizika.org.ua при вирішенні навчальних, виховних і розвиваючих завдань [36];

- впровадження авторських методичних рекомендацій до використання розробленої системи навчання фізиці студентів телекомунікаційного профілю [71].

Використання інноваційних технологій навчання у процесі формування компетентнісних фахівців телекомунікацій в циклі фундаментальної підготовки направлене на:

- створення педагогічних умов й обґрунтування змісту навчального процесу, який повинен мати міжпредметний характер, містити базові теоретичні знання з вищої математики, фізики, хімії та електрорадіоматеріалів, інформатики;

- поєднання предметних та інтерактивних технологій навчання (лекції, семінари, лабораторні роботи, проекти, тощо);

- організацію варіативних форм навчальної та наукової роботи зі студентами;

- формування потреби і здатності студентів напрямку підготовки «Телекомунікації» до самонавчання і саморозвитку у професійному й особистісному вимірах.

Будь-який експеримент має наступні етапи реалізації: попередній аналіз проблеми; постановка мети та побудова плану її реалізації; створення оптимальних умов організації; систематичний збір, оцінка та класифікація експериментальних даних (результатів), їх обробка та інтерпретація [297].

Автор протягом усього періоду дослідження особисто брав участь у впровадженні розробленої системи навчання фізиці, організації та проведенні експериментальної роботи, працюючи завідувачем кафедри фізики, математики та хімії Полтавського військового інституту зв'язку і надалі, в зв'язку з реорганізацією інституту, старшим викладачем кафедри основ побудови систем військового зв'язку факультету засобів військового зв'язку Військового інституту телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», доцентом кафедри фізики Полтавського національного педагогічного університету імені Юрія Кондратюка.

Дослідження проводилося з 1999 року до 2012 року і складалося з наступних послідовних етапів: констатувального, пошукового, формувального та контрольного. На кожному етапі визначалася мета, завдання, добирався діагностичний інструментарій, фіксувалися результати. Вибір діагностичних методик та інтерпретація отриманих результатів здійснювалися на основі єдності системного, особистісно орієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів. Характеристиками усіх використаних у дослідженні діагностичних методик є: стандартизованість (наявність норм); надійність (точність вимірювального інструменту та його стійкість до дій випадкових факторів, що забезпечує відтворення результатів в однакових

умовах); валідність (оцінюється саме той параметр, для вимірювання якого методика призначена).

На першому етапі – констатувальному (1999 – 2000 рр.) – проводилися:

- аналітичний аналіз основних аспектів проблеми з точки зору її розробленості в науковій літературі;
- обґрунтування основних цілей, ідей та конкретних завдань дослідження та навчального експерименту;
- аналізувався рівень знань, умінь і навичок з фізики студентів та курсантів напрямку підготовки «Телекомунікації»;
- виявлялися чинники, що впливають на якість фахової та фундаментальної підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій.

Під час проведення цього етапу експерименту вивчався вітчизняний та зарубіжний досвід використання інноваційних технологій навчання фізики у системі телекомунікаційної освіти. Метою констатувального експерименту було виявлення стану процесу використання інноваційних технологій навчання в системі вищої технічної освіти при підготовці майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі та перспективи його розвитку. Основними завданнями констатувального етапу педагогічного експерименту:

- виявлення сучасного стану викладання фізики в ВНЗ телекомунікаційного профілю, актуальних проблем його розвитку, умов упровадження інноваційних технологій;
- виявлення доцільності створення відповідних апаратних та програмних засобів інформаційних та комунікаційних технологій;
- виявлення дидактичних вимог до сучасного програмно-апаратного інформаційно-телекомунікаційного навчального засобу;
- виявлення відношення викладачів та студентів до впровадження інноваційних, інформаційних та телекомунікаційних технологій в навчальний процес з фізики, основних складностей цього процесу.

На цьому етапі шляхом аналізу вступних випробувань, модульних контролів і семестрових екзаменів з фізики та за результатами анкетування студентів, курсантів та викладачів автором аналізувався стан мотивації та рівень знань, умінь і навичок з фізики. Основні методи дослідження на даному етапі: теоретичний аналіз літератури за проблематикою дослідження, аналіз державних стандартів підготовки фахівців телекомунікацій, навчальних планів та робочих програм, узагальнення педагогічного досвіду з використання інноваційних технологій при вивченні фізики. На основі проведеного аналізу розроблялися теоретичні засади концепції дослідження, будувалася модель дидактичної системи вивчення фізики та визначалися критерії для оцінювання ефективності цієї методичної системи.

На другому етапі – пошуковому експерименті (2001 – 2004 рр.) теоретично обґрунтовано основні концептуальні підходи щодо створення комп'ютерно-орієнтованих систем навчання фізиці, розроблялися навчальні плани, робочі програми, навчальні посібники, методичні рекомендації, педагогічні апаратні та програмні засоби, які склали основу навчально-

методичного комплексу з фізики. Метою цього етапу були створення апаратно-програмного засобу «eФізика», освітнього сайту www.efizika.org.ua та методики їх застосування, а також розробка і впровадження контрприкладів та інформаційно-комунікаційних технологій у процес навчання фізики.

Завданнями пошукового етапу педагогічного експерименту були:

- пошук різноманітних організаційних форм, методичних прийомів застосування інноваційних технологій (контрприкладів, інформаційних і комунікаційних технологій, IT & T проектів, апаратно-програмних педагогічних засобів) навчання фізики майбутніх фахівців телекомунікацій;
- пошук оптимальних шляхів ефективного впровадження освітнього сайту в навчальний процес;
- аналіз результатів впровадження програмно-апаратного комплексу «eФізика» в навчальний процес.

На третьому етапі – формувальному експерименті (2005 – 2008 рр.) – проводився моніторинг впливу розробленої методичної системи на основні показники навчальної діяльності з фізики. Формувальний експеримент – це метод активного впливу на досліджуваного, що сприяє його психічному розвитку та особистісному зростанню [274]. Виникнення формувального експерименту пов’язане з ім’ям Л. С. Виготського, який у першій половині ХХ - століття вивчав процеси цілеспрямованого формування психічних процесів [137]. Подальше використання формувальних дослідницьких процедур (Л. А. Венгер, П. Я. Гальперін, Г. С. Костюк, О. М. Леонтьєв) пов’язано із з’ясуванням впливу перебудови певних характеристик навчального процесу на властивості учнів. Особливу роль формувальний експеримент відіграє в системі розвиваючого навчання (В. В. Давидов, Д. Б. Ельконін, О. К. Дусавицький, С. Д. Максименко, В. В. Рєпкін), у якому за його допомогою здійснюється проектування та моделювання змісту психологічних новоутворень, психолого-педагогічних засобів і шляхів їх формування. У межах формувального експерименту здійснюється не тільки констатація особливостей, а і здійснюється їх активне моделювання та відтворення, що дає змогу розкрити їх сутність та причини виникнення [171].

Мета проведеного автором формувального експерименту полягала в реалізації системи використання інноваційних технологій в процесі навчання фізиці майбутніх фахівців телекомунікацій. Апробація авторської методики застосування інноваційних технологій, яка здійснена на цьому етапі, повинна забезпечити створення сприятливих умов для ефективною реалізації представленої моделі в процесі навчання фізиці. Основні завдання формувального етапу педагогічного експерименту полягають в наступному:

- підвищення і розвиток мотивації, яка направлена на формування інтересу до фізики та майбутньої професійної діяльності;
- підтвердження впливу розроблених підходів: контрприкладів, інформаційних технологій, IT & T проектів, апаратно-програмних педагогічних засобів на розвиток пізнавальних активності та самостійності;

- з'ясування ефективності застосування у навчальному процесі навчально-методичного комплексу «eФізика» та освітнього сайту www.efizika.org.ua;
 - підтвердження впливу застосованих інноваційних технологій на стан мотивації, покращення якості та рівня засвоєння знань та умінь з фізики студентами напрямку підготовки «Телекомунікації».

Основними напрямками роботи на цьому етапі були чітка фіксація змін в процесі навчання за допомогою діагностичних методів (тестування, анкетування, експертної оцінки, самооцінки та ін.), обробка отриманих даних методами математичної статистики та розробка методичних рекомендацій з впровадження системи у навчальний процес технічних університетів.

Перевірка теоретичних висновків, їх корекція та уточнення, аналіз та узагальнення результатів дослідження здійснювалися в рамках контрольного експерименту (2009 – 2012 рр.). Його метою є доведення правильності гіпотези дослідження: суттєве поліпшення підготовки майбутнього фахівця в галузі телекомунікацій, посилення її прогностичної спрямованості можливе за умови розробки теоретичних і методичних основ використання інноваційних технологій навчання фізики. Зміст цього етапу: осмислення отриманих даних; опис ходу експерименту; узагальнення результатів і співвіднесення їх з метою та завданнями педагогічного експерименту; визначення практичної значущості результатів та формулювання висновків; оформлення дисертаційної роботи. Основні методи: теоретичний аналіз, синтез, систематизація, порівняльний аналіз та узагальнення матеріалів дослідження, методи наочного представлення результатів.

В експерименті взяли участь 796 студентів, 1013 курсантів та викладачі вищих навчальних закладів України (Полтавський військовий інститут зв'язку, Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», Севастопольський військово-морський інститут ім. П. С. Нахімова, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка). Вибірка студентів і курсантів на різних етапах експерименту містилася в межах від 29 до 160 чоловік. Основна частина педагогічного експерименту проводилася на базі Військового інституту телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (Полтавський військовий інститут зв'язку) та Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка.

Проведення всіх етапів педагогічного експерименту вимагає застосування відповідного інструментарію, до складу якого входить система оцінювання. Розглянемо модель підвищення ефективності системи оцінювання результатів навчання фізики студентів ВНЗ шляхом використання інформаційних та телекомунікаційних технологій.

Процес набуття компетентностей потребує його адекватного оцінювання. Компетентність як багатоелементний об'єкт є основою методичної системи оцінювання рівня навчальних досягнень. Останню складають п'ять компонентів: цілі, зміст, засоби, методи та форми оцінювання.

Ураховуючи ідеї особистісно орієнтованої та компетентнісної освіти, можна виділити основні цілі оцінювання результатів навчання фізики студентів ВНЗ:

1. Мотивування шляхом визначення прогресу й успіхів. Демонстрація студентам траєкторії їх успішності та потенціалу для підвищення рівня індивідуальних навчальних досягнень.
2. Визначення здібностей кожного студента і потенційних досягнень на їх основі.
3. Планування навчальної діяльності. Наявність чітких, прозорих і зрозумілих критеріїв оцінювання навчання, систематичне ознайомлення з ними студентів допомагає правильно спланувати навчальну діяльність кожного: визначити досягнуті цілі й наступні кроки у навчанні.
4. З'ясування питань курсу фізики, при вивченні яких виникають проблеми. Надання методичної допомоги задля усунення прогалин, виправлення помилок із метою підвищення рівня навчальних досягнень.
5. Розвиток критичного мислення студентів.
6. Навчання форм і методів самооцінювання та взаємооцінювання.
7. Поліпшення якості підготовлених викладачем методичних і дидактичних матеріалів.

Засобами оцінювання є його критерії, що забезпечують прозорість цього процесу. Брак конкретних критеріїв оцінювання призводить до необґрунтованості та суб'єктивності оцінки, підриваючи довіру до процесу навчання. Тому пріоритетними напрямками педагогічної діяльності мають стати: реалізація індивідуального та диференційованого підходів до навчання й оцінювання кожних теми і заняття університетського курсу фізики; упровадження надійних, ефективних і вичерпних критеріїв оцінювання результатів навчальної діяльності студента [66], [85].

Сучасний розвиток інформаційних технологій та телекомунікацій (ІТ & Т-технологій) вимагає від педагогів створення релевантної системи оцінювання, яка активізує засвоєння знань із різних джерел інформації та передбачає нові форми використання часу студентом [62], [75], [77], [81], [497], [499]. Організувати доступ до навчально-методичного контенту в умовах сучасного рівня інформатизації доцільно шляхом публікації його на освітньому сайті. Як приклад такого підходу, що реалізований автором для студентів молодших курсів напрямку підготовки «Телекомунікації» ПНТУ імені Юрія Кондратюка, можна навести розміщення критеріїв оцінювання на сайті www.efizika.org.ua.

Майбутні студенти телекомунікаційники – є потенційною робочою силою галузі, і від рівня сформованості їх компетентностей залежить розвиток суспільства. Застосування системи оцінювання, що широко використовує інформаційні технології, допомагає реалізувати принципи систематичності, індивідуалізації, варіативності, гуманізації, демократизації, гнучкості навчання, підвищуючи його ефективність.

Використання педагогом у навчальному процесі лише загальноприйнятих методів оцінювання призводить до того, що учні (студенти) не володіють

формами рефлексії і звикають до зовнішнього фактора оцінювання при навчанні і в житті. Нові інформаційні педагогічні технології (портфоліо, мікроблоги та мережеві щоденники (блоги)), сприяють розвитку самооцінювання тих, хто навчається. Самооцінювання забезпечує внутрішній зворотний зв'язок – отримання студентами даних про свої навчальні досягнення та труднощі, які виникли при виконанні навчальних завдань.

Організація та оцінювання результатів навчання фізики починається з чіткого усвідомлення педагогом бажаного рівня навчальних досягнень студентів, що й передбачає необхідність реалізації особистісно орієнтованого та компетентнісного підходів і широкого впровадження ІТ&Т-технологій. Означені підходи полягають у зміщенні уваги з накопичення та оцінювання нормативно визначених знань, умінь і навичок до формування й розвитку в студентів здатності практично діяти та оцінювати результати своїх дій, застосовувати власний досвід у ситуаціях професійної діяльності й соціальної практики, що гарантуватиме високу готовність випускника ВНЗ до успішної діяльності в різних сферах.

6.2. Констатувальний та пошуковий етапи педагогічного експерименту

На початку констатувального експерименту проведено аналітичну роботу з виявлення та практичного підтвердження доцільності педагогічних умов, які сприяють формуванню внутрішньої мотивації вивчення фізики, розвитку пізнавальної самостійності та підвищенню якості і рівня засвоєння знань студентів і курсантів та будуть враховані при розробці авторської методики.

З метою виявлення суб'єктивних та об'єктивних факторів, що сприятимуть створенню для кожного студента спеціальних умов, які відповідатимуть інтелектуальному, творчому росту та спонукатимуть до формування компетентностей використано анкетування студентів, курсантів та викладачів. Метод анкетування найчастіше використовують у випадках, коли, необхідно опитати в стислі строки велику кількість людей або забезпечити анонімність опитування. Анкетування здійснюється за допомогою анкети – спеціально оформленого переліку питань, звернених до певної категорії респондентів, – заповнення якої здійснюється респондентом самостійно, без участі дослідника [310]. Результати аналізу та осмислення результатів анкетування описано та продемонстровано за допомогою діаграм.

За допомогою опитування виявлено, що форми навчання, які задовольняють студентів це – заняття під керівництвом викладача (лекції 26, 7 % + практичні 25,2 % + лабораторні роботи 21,1 % + консультації 10,1 %). Самостійна робота влаштовує тільки 4% опитаних (рис. 6.1). Проте аналіз навчальних та робочих програм з фізики засвідчив з'ясовано, що при розподілі годин на самостійну підготовку відводиться більше 40 % загального обсягу навчального часу (рис. 6.2). Але нажаль переважна більшість студентів не готова працювати самостійно, тому дана ситуація вимагає розробки та застосування

технологій навчання, які зможуть вирішити цю проблему.



Рис. 6.1. Діагностика потреб студентів у видах навчальної діяльності

За результатами опитування студенти віддають перевагу заняттям практичного спрямування (практичні 25,2% + лабораторні роботи 21,1%) та зазначають, що кількість годин, яка на них відводиться, недостатня. Але у навчальній програмі з фізики не віддається перевага формам роботи практичного спрямування.



Рис. 6.2. Види занять і обсяг часу на вивчення фізики студентами напрямку підготовки 6.050903 «Телекомунікації»

Провівши діагностику активності студентів і курсантів у діяльності, з'ясовано, що їм більше імпонує слухати викладача на лекції (45,2%) та саме від нього дізнаватися про основні фізичні явища, процеси та закони (рис. 6.3).

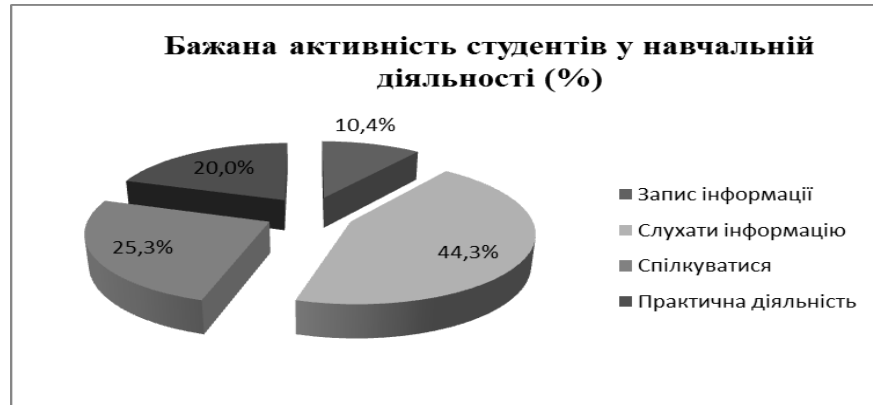


Рис. 6.3. Бажана активність студентів у навчальній діяльності

З'ясовуючи реальний стан організації навчального процесу з фізики у вищому навчальному закладі, виявлено, що, на думку студентів, переважає необхідність писати (38,8 %); 29,5 % респондентів відмічають потребу слухати; 22,9 % студентів говорять про те, що навчальний процес побудований на основі спілкування викладача та студента і лише 8,8% відмітили спрямованість на практичну діяльність (рис.6.4).

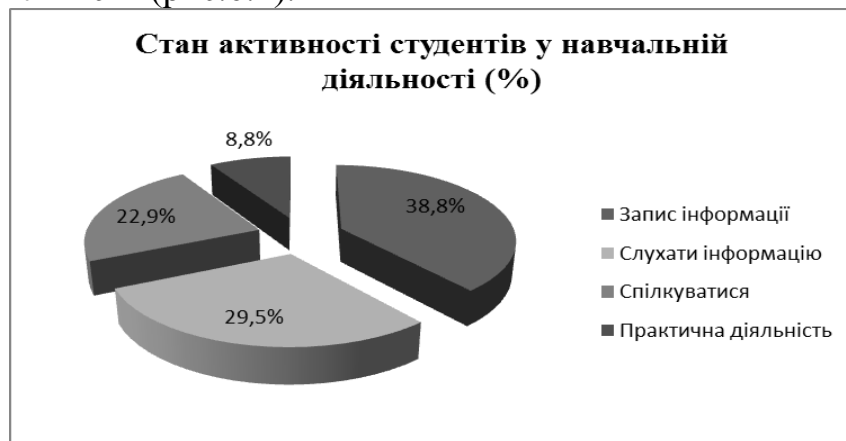


Рис. 6.4. Стан реалізації активності студентів у навчальній діяльності

Проаналізувавши отримані результати, з'ясовано, що переважає традиційна форма організації навчального процесу, яка не сприяє у повній мірі самореалізації студентів та курсантів і формуванню компетентностей майбутнього фахівця.

За результатами опитування, яке проведене в рамках педагогічного експерименту 59 % опитаних для виконання діяльності потребують визначених цілей, завдань, алгоритму виконання (репродуктивний рівень); 32 % – потребують чітко визначених завдань виконання (пошуковий рівень) і лише 9% бажають працювати самостійно, коли визначена лише мета діяльності (творчий рівень) (рис. 6.5).



Рис. 6.5. Бажаний рівень пізнавальної активності

Визначення рівня пізнавальної активності студента в процесі навчання фізики показало, що на репродуктивному рівні пізнавальної активності працює 28,2 % опитаних, на пошуковому 43,2 %, а на творчому – 28,6 % (рис.6 .6).

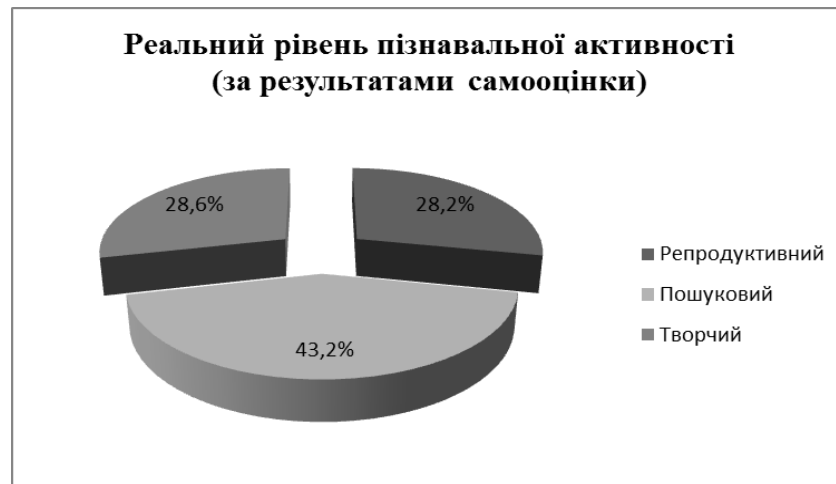


Рис. 6.6. Реальний рівень пізнавальної активності (за результатами самооцінки)

Оскільки, як з'ясувалося традиційна форма організації навчального процесу не дає змоги в повній мірі ефективно готувати майбутнього фахівця телекомунікаційної галузі, то необхідним є пошук та впровадження в навчання фізики ефективних інноваційних технологій. За допомогою діагностики визначено, що технологіями, якими зацікавлені студенти є інформаційно-телекомунікаційні технології (34 %) (рис. 6.7), які на думку студентів використовуються недостатньо.

З'ясовуючи стан використання різноманітних освітніх технологій в процесі навчання фізики на телекомунікаційних факультетах вищих навчальних закладів, виявлено, що, на думку студентів, деякі інноваційні технології (метод проектів, проблемного навчання, інформаційно-телекомунікаційні технології) використовуються епізодично (рис. 6.7).

Комп'ютерні технології навчання мають великий потенціал і викликають значний інтерес у викладачів і студентів (34 % опитаних). Наразі мають місце спроби впровадження комп'ютерних засобів у навчальний процес, часто як

альтернативних традиційним, що одночасно викликає певні труднощі.

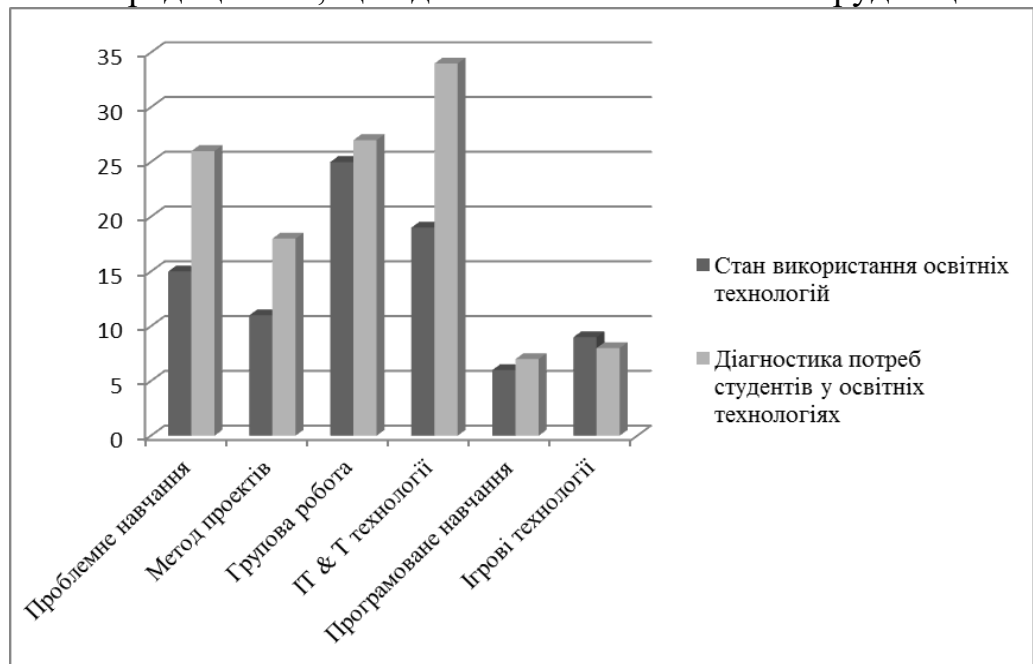


Рис. 6.7. Діагностика потреб студентів у освітніх технологіях

Проведене анкетування дало змогу оцінити частоту використання різних аспектів інформаційних технологій при вивченні фізики та потреб їх застосування. (рис. 6.8).

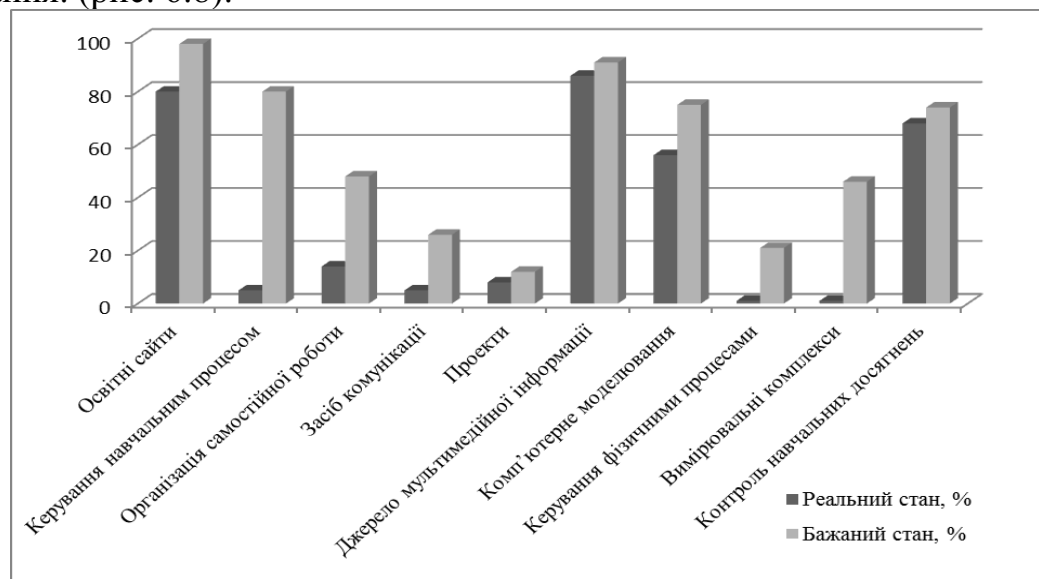


Рис. 6.8. Використання IT технологій у різних сферах освітнього процесу

Аналіз та осмислення результатів анкетування дали можливість з'ясувати недостатність використання потенціалу інформаційно-телекомунікаційних технологій (керування навчальним процесом, організація самостійної роботи, засіб комунікації, проекти, керування фізичними процесами, комп'ютерні вимірювальні комплекси) у навчальному процесі з фізики. Слід також відмітити тільки часткову відповідність діючих освітніх сайтів та існуючих комп'ютерних моделюючих програм навчальній програмі з фізики для студентів напрямку підготовки «Телекомунікації».

Тому на пошуковому етапі було розроблено основні компоненти навчально-методичного комплексу «eФізика», який поєднує в собі: мультимедійний контент, матеріали для організації навчальної діяльності та самостійної роботи, фізичні комп'ютерні моделі, апаратно-програмні засоби для вимірювання фізичних параметрів та керування фізичними процесами, засоби тестового комп'ютерного контролю. Паралельно з комплексом створений освітній сайт, який містить навчальну, методичну та організаційну інформацію і доповнює комплекс. Зворотній зв'язок зі споживачами комплексу організовується як за допомогою сайту, так і за допомогою сторінки у соціальній мережі. Кількість аудиторії сайту за 2011 – 2012 навчальний рік складає кілька тисяч осіб, що характерно і для попередніх періодів його використання (рис. 6.9) (додаток Г).

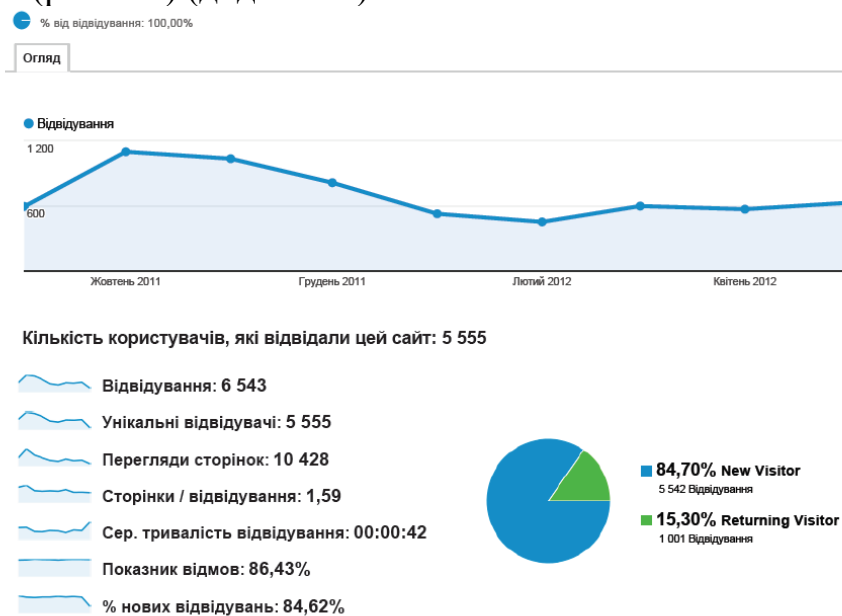


Рис. 6.9. Огляд аудиторії сайту www.efizika.org.ua за 2011 -2012 навчальний рік

Сервіс статистики Google Analytics пошукової системи Google дає змогу переглядати статистику сайту: огляд аудиторії (з накладом даних на карту світу та України), огляд джерел трафіку, огляд змісту. Остання функція дає можливість визначити популярність розміщеного на сайті контенту (рис. 6.10) та проаналізувати динаміку перегляду сторінок (рис. 6.11).

Сторінка	Перегляди сторінок	Перегляди сторінок
1. /teachers/contr	810	7,77%
2. /labs	769	7,37%
3. /labs/electrics/1	702	6,73%
4. /teachers/vivchennia-temi-napivprovodniki	543	5,21%
5. /labs/electrics/4	512	4,91%
6. /teachers/connections	491	4,71%
7. /labs/electrics/2	444	4,26%
8. /	400	3,84%
9. /teachers/innovations	399	3,83%
10. /labs/electrics/5	302	2,90%

[переглянути повний звіт](#)

Рис. 6.10. Статистика популярності сторінок сайту www.efizika.org.ua



Рис. 6.11. Динаміка перегляду сторінок сайту www.efizika.org.ua

Згрупувавши отримані дані отримаємо інформацію про найбільш популярний аспект застосування інноваційних технологій при вивченні фізики, який розміщено на сайті (рис. 6.12).

Аналіз отриманої діаграми свідчить про значну зацікавленість учасників освітнього процесу комп'ютерними лабораторними роботами (керування фізичними процесами, комп'ютерні вимірювальні комплекси, моделюючі програми) з фізики, що узгоджується із даними анкетування (див. рис. 6.8).

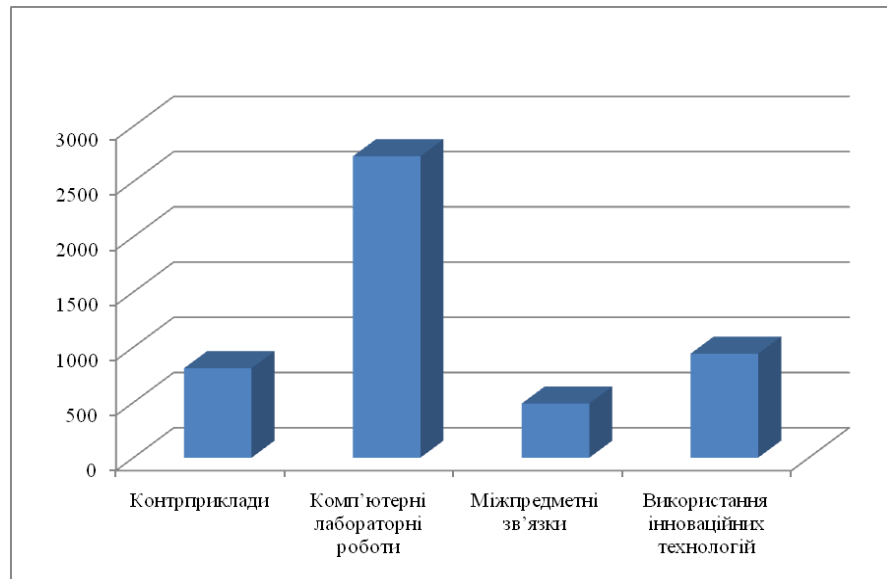


Рис. 6.12. Найпопулярніші сторінки сайту www.efizika.org.ua

Констатувальний та пошуковий експерименти дали змогу виявити низку причинно-наслідкових зв'язків і протиріч:

- протиріччя між державними нормативно-правовими вимогами до компетентності випускників телекомунікаційного напрямку підготовки вищих навчальних закладів та організацією їхньої професійної підготовки;

- недостатня ефективність викладання фізики у студентів і курсантів телекомунікаційного напрямку підготовки, оскільки недостатньо розроблені методичні системи використання інноваційних технологій в навчальному процесі;

- викладачі, студенти та курсанти відчують складнощі при використанні інноваційних технологій для забезпечення розвитку мотивації та пізнавальної самостійності;

- протиріччя між спрямованістю студентів у навчальній діяльності на отримання інформації та внутрішньою потребою у самовдосконаленні;

- усвідомлення важливості практичних та лабораторних занять, але відсутність серед необхідного чи бажаного для студентів самостійної роботи (більше 40% всього навчального навантаження з фізики), що свідчить про суттєві недоліки в організації та мотивації цього виду діяльності;

- з'ясовано, що велика кількість студентів відмічає інформаційно-телекомунікаційні технології важливими, але вважає їх використання недостатнім;

- протиріччя між тим, що у реальному навчальному процесі домінує навчання на репродуктивному рівні пізнавальної активності і необхідністю роботи на пошуковому та творчому рівнях для формування компетентного фахівця;

- відсутні комп'ютерні навчально-методичні комплекси для вивчення фізики та актуалізації міжпредметних зв'язків;

- практично відсутні розробки апаратно-програмних засобів, які відповідають навчальній програмі з фізики для напрямку підготовки

«Телекомунікації»;

- недостатньо розроблена методична підтримка викладачів фізики телекомунікаційних факультетів на спеціальних освітніх сайтах.

Аналіз нормативної документації та організації навчального процесу, осмислення результатів анкетування дали змогу експериментально підтвердити теоретично обґрунтовану необхідність використання інноваційних технологій при вивченні фізики майбутніми фахівцями телекомунікаційної галузі (див. розд. 1). У 1 розділі було проведено аналіз структури фахівця телекомунікаційної галузі та виділені її головні параметри:

- мотиваційний (висока активність і самостійність у навчальній діяльності, орієнтація на творчість, інтерес до інженерної професії, необхідність у самореалізації, лідерстві, творчості);

- когнітивний (наявність ґрунтовних знань як із дисциплін природничо-наукової, так і професійної та практичної підготовки, з теорії та практики діяльності, інтелектуальна активність, володіння операціями розумової діяльності, творче мислення, критичність, гнучкість, оригінальність, дивергентність, асоціативність);

- операційний (висока активність в оволодінні професійно важливими знаннями й уміннями);

- рефлексивний (вміння здійснити самоаналіз та самооцінку в різноманітних ситуаціях, корекцію поведінки, адекватно співвідносити вимоги інженерної професії зі своїми індивідуальними можливостями, здатність ставити перед собою мету та досягати її).

В рамках отриманої структури мають бути враховані фундаментальні положення діяльнісного підходу (насамперед, принцип єдності свідомості й діяльності та особистісний принцип [274]), в межах якого особистість розглядається як системна якість індивіда, атрибутивними характеристиками якої вважаються активність, спрямованість, наявність глибинних смислових утворень, розвинута самосвідомість, а її основними структурними компонентами – потреби, установки, інтереси, ідеали, спрямованості («що людина хоче»), здібності, обдарованість («що людина може») і характер («чим вона є») (С. Л. Рубінштейн); психічні процеси, котрі в ході руху індивіда в системі суспільних відносин перетворилися у властивості його особистості (Б. Г. Ананьєв); відносно стійка конфігурація головних, ієрархізованих мотиваційних ліній (М. О. Леонтьєв) [297].

Незважаючи на значну кількість проведених фундаментальних досліджень, теоретичної визначеності та однозначності поглядів на феномен мотивації й досі не існує. У психоаналітичних теоріях фундаментальними мотиваційними чинниками поведінки є вроджені неусвідомлювані інстинкти (З. Фрейд), прагнення до переваги та соціальний інтерес (А. Адлер); потреби в подоланні, ідентичності, встановленні зв'язків, відданості (Е. Фромм); прагнення до еґо-ідентичності (Е. Еріксон). У біхевіористичних теоріях мотивації акцент у детермінації поведінки робиться на зовнішньому підкріпленні – позитивних (нагороди, заохочення) або негативних (покарання) наслідках, котрі слідує за

виконанням певного поведінкового акту та є його основним ініціатором та регулятором (Б. Ф. Скіннер) [297]. У гуманістичних теоріях мотивації основним джерелом людської діяльності розглядаються потреба в самоактуалізації (А. Маслоу); прагнення бути відкритим світу (досвіду, переживанням), потреба у творчості, віра у власні сили, здатність зробити вільний вибір та взяти на себе відповідальність за нього (К. Роджерс). Гуманістичний підхід до мотивації людини певним чином зумовив появу теорії внутрішньої мотивації, які ґрунтуються на положенні про те, що поведінка визначається потребами в самодетермінації та компетентності [208]. Психодіагностичний метод реалізується у трьох основних діагностичних підходах – об’єктивному (діагностика здійснюється на основі успішності, результативності та/або способу, особливостей виконання діяльності), суб’єктивному (діагностика здійснюється на основі повідомлених досліджуваним даних про себе, самооцінювання особливостей власної особистості або поведінки в тих чи тих ситуаціях) та проєктивному (діагностика здійснюється на основі аналізу взаємодії із зовнішньо нейтральним, який через свою невизначеність та слабо структурованість стає об’єктом проєкції), – котрі практично вичерпують розмаїття відомих дослідницьких методик [39], [114], [297].

Для характеристики мотиваційного параметра обрані наступні показники: мотивація отримання знань, мотивація оволодіння майбутньою професією, мотивація отримання диплома. Формування мотивації є складним процесом тому необхідно співвіднести виокремлені показники з рівнями їх прояву. Кожний з виділених рівнів включає критерії оцінювання – специфічні описові характеристики, які детально подані у таблиці (табл. 6.1).

При аналізі головних параметрів структури майбутнього фахівця телекомунікаційної галузі (мотиваційного, когнітивного, операціонального, рефлексивного) будемо виражати їх не балами, а відносною величиною

де – загальна кількість балів, ; N – максимально можлива кількість балів. При цьому отримано відносну величину в межах $0 < F < 1$. Для інтерпретації результатів обрано рівні, які використовуються у шкалі оцінювання ECTS (див. табл. 6.2.).

Використана в дослідженні методика «Мотивація навчання у ВНЗ» (Т. І. Ільїна) спрямована на виявлення прагнення до отримання знань, допитливість, спрямованість на оволодіння професійними знаннями та формування професійно важливих особистісних якостей, зорієнтованість на зовнішнє, формальне засвоєння знань [103]. Опитувальник складається із 50 тверджень, які утворюють відповідні 3 шкали: мотивація отримання знань, мотивація оволодіння майбутньою професією та мотивація отримання диплома (додаток Д).

Таблиця 6.1

Критерії та рівні сформованості мотиваційного параметра майбутніх фахівців телекомунікацій	
Рівні сформованості	Критерії оцінювання мотиваційної сфери
Початковий рівень	Низька мотивація пізнавальної діяльності, відсутність професійної спрямованості. Не усвідомлюється необхідність поповнення знань, оволодіння вміннями та підвищення своєї компетентності.

Низький рівень	Наявна нестійка мотивація пізнавальної діяльності, професійна спрямованість у стадії формування. Усвідомлення підвищення своєї компетентності носить фрагментарний характер.
Середній рівень	Наявні позитивна мотивація та стійкий пізнавальний інтерес до здійсненні діяльності, наявна професійна спрямованість. Прагнення до поповнення відсутніх знань та оволодіння уміннями не носить цілеспрямованого характеру.
Високий рівень	Наявні стійка позитивна мотивація та пізнавальний інтерес до оволодіння знань. Спостерігається стійка потреба в підвищенні своєї компетентності, свідоме прагнення до самовдосконалення, високий рівень професійної спрямованості.

Таблиця 6.2

Межі рівнів сформованості параметрів структури майбутнього фахівця телекомунікацій

Рівень сформованості	Межі рівня
початковий	$F < 0,5$
низький	$0,5 < F < 0,7$
середній	$0,7 < F < 0,9$
високий	$0,9 < F < 1$

Аналіз результатів дослідження дав можливість констатувати, що 33,1% респондентів мають стійку мотивацію отримання знань; 28,7% опитаних мають середній рівень; 30,9% – низький і 7,3% респондентів мають початковий рівень (див. табл. 6.3).

Значна кількість студентів (32,6%) мають стійкий пізнавальний інтерес до навчальної та майбутньої професійної діяльності; 34,8% мають середню мотивацію спрямованості на майбутню професійну діяльність; біля 18,0% – низьку; не налаштовані на оволодіння майбутньою професією 14,6% опитаних.

Таблиця 6.3

Результати дослідження стану мотивації навчальної діяльності за методикою «Мотивація навчання у ВНЗ»

Мотиваційна шкала методики «Мотивація навчання у ВНЗ»	Рівні сформованості							
	початковий		низький		середній		високий	
	кіль-ть студ-в	у (%)	кіль-ть студ-в	у (%)	кіль-ть студ-в	у (%)	кіль-ть студ-в	у (%)
Мотивація отримання знань	29	16,3	72	40,4	51	28,7	26	14,6
Мотивація оволодіння майбутньою професією	15	8,4	61	34,3	73	41,0	29	16,3
Мотивація отримання диплома	15	8,4	51	28,7	80	44,9	32	18,0

Високий рівень мотивації отримання диплома мають біля 18,0% серед опитаних студентів; середній рівень спрямованості на отримання диплома мають 44,9% студентів; 28,7% – низький; не цікавить отримання диплома 8,4% респондентів.

Важливими параметрами майбутнього фахівця телекомунікаційної галузі є когнітивний та операційний, які описуються наступними показниками: якість знань з фізики, професійна направленість знань, якість умінь з фізики, ступінь самостійності у навчальній діяльності. Виділені вище рівні сформованості параметрів структури майбутнього фахівця телекомунікацій та їх

показників включає критерії оцінювання (табл. 6.4).

Якість знань студентів та їх професійна направленість перевірялася за допомогою опитування, що проводилися на початку занять з дисципліни. В його основу покладено перевірку знань базових понять, необхідних для подальшого вивчення фізики. Для визначення стану операційної сфери майбутніх фахівців телекомунікацій проведено контрольні, самостійні роботи та спостереження.

Таблиця 6.4

Критерії та рівні сформованості когнітивної та операційної сфери майбутніх фахівців телекомунікацій

Рівні сформованості	Сфера	Критерії оцінювання
Початковий рівень	Когнітивна	Відсутність основних знань відповідно до вимог програми з фізики.
	Операційна	Спостерігаються значні труднощі у вирішенні завдань. Виконувані дії не усвідомлені, невміння проводити аналіз діяльності, бідність засобів, що обираються, невміння приймати рішення та визначати перспективи діяльності, потреба у постійному управлінні з боку викладача.
Низький рівень	Когнітивна	Присутнє розуміння фізичної суті фізичних явищ та закономірностей, але існують окремі недоліки в освоєнні питань курсу фізики, які не заважуватимуть подальшому освоєнню матеріалу.
	Операційна	Вміння розв'язання простих завдань з використанням відомого чіткого алгоритму дій. Виконувані дії частково усвідомлені, діяльність носить репродуктивний характер, цілеспрямованість дій нестійка, проведення аналізу діяльності поверхове, слабке бачення перспективи.
Середній рівень	Когнітивна	Спостерігаються правильні, хоча й недостатньо систематизовані знання, проте відповіді робляться без використання власного плану, нових прикладів, без використання знань у новій ситуації, без використання зв'язків з раніше вивченим матеріалом та матеріалом, засвоєним при вивченні інших предметів.
	Операційна	Для розв'язання завдань в процесі навчання фізики здійснюється комбінування відомих методів і засобів, але потрібні чітко визначені завдання та консультації викладача. Дії цілеспрямовані й результативні, характеризуються усвідомленістю, раціональним їхнім виконанням з урахуванням специфіки знань, діяльність носить пошуковий характер.
Високий рівень	Когнітивна	Спостерігаються повні, глибокі й систематизовані знання, існує вірне розуміння фізичної суті розглянутих явищ та закономірностей, законів та теорій, знання точного визначення та тлумачення понять, законів, теорій; відповідь формулюється за власним планом, ілюструється новими прикладами; встановлюється зв'язок між новим та вивченим раніше матеріалом з курсу фізики, а також з матеріалом, засвоєним при вивченні інших предметів.
	Операційна	Дії цілеспрямовані й результативні, характеризуються усвідомленістю процесу, результату і наслідків, раціональне виконання дій з урахуванням специфіки знань, діяльність носить творчий характер. Характеризується вмінням застосовувати знання в новій ситуації та здійснювати вибір найефективнішої форми комбінування методів і засобів для розв'язання практичних завдань.

Квалітативні показники (тестувань, висловлювань, вхідного контролю, контрольних і самостійних робіт, результатів навчальної діяльності студентів, спостережень) оброблені за допомогою ранжирування рядів і визначення моди. Кваліметричні дані у вигляді статистичних розподілів і шкальних показників оброблено на основі статистичних методів (групування даних, індексації, визначення середніх значень варіаційного ряду) і графічної побудови узагальнених індексованих результатів.

Обґрунтованість дослідження рівнів сформованості когнітивної та операційної сфери майбутніх фахівців телекомунікацій забезпечується вимірюванням конкретного показника за допомогою кількісних аналогів якісних показників і сполученням результатів декількох вимірювань рівня сформованості одного показника параметра структури майбутнього фахівця телекомунікаційної галузі. Індексація здійснюється за допомогою методу математичної статистики – визначення середньої величини варіаційного ряду за формулою:

де \bar{X} – середня величина варіаційного ряду; X_i – вимірювання; n_i – кількість респондентів, у яких виражена вимірювана властивість; N – загальна кількість респондентів.

Згідно результатів перевірки базових понять, які необхідні для подальшого вивчення університетського курсу фізики, 7,3% студентів мають високий рівень залишкових знань; 28,6% середній; 48,9% низький та 15,2% початковий (табл. 6.5).

Аналіз відповідей студентів дав можливість виявити, що 82% опитаних не розуміють суті майбутньої професійної діяльності, змісту виконуваних функцій та необхідних для цього фізичних знань, а біля 6,7% – лише наближаються до цього розуміння.

Результати проведення студентами вимірювальних операцій на лабораторних роботах та розв'язування задач на практичних заняттях показали, що низький та нульовий рівень якості умінь сягає 77%, а високий – тільки 3,9%.

Таблиця 6.5

Результати дослідження стану сформованості когнітивної та операційної сфер майбутніх фахівців телекомунікацій

Стан сформованості когнітивної та операційної сфер	Рівні сформованості							
	початковий		низький		середній		високий	
	кіль-ть студ-в	у (%)	кіль-ть студ-в	у (%)	кіль-ть студ-в	у (%)	кіль-ть студ-в	у (%)
Якість знань	27	15,2	87	48,9	51	28,6	13	7,3
Професійна направленість знань	146	82,0	12	6,7	16	9,0	4	2,3
Якість умінь	88	49,5	49	27,5	34	19,1	7	3,9
Ступінь самостійності у навчальній діяльності	51	28,7	87	48,9	35	19,6	5	2,8

Моніторинг виконання самостійних завдань на початку вивчення дисципліни дав можливість з'ясувати рівень самостійності при здійсненні навчальної діяльності. Встановлено, що тільки 2,8% студентів регулярно працюють на самостійними завданнями, а 77,6% виконують обов'язкові завдання тільки напередодні перевірки.

Для вивчення оцінки студентами та курсантами власної навчальної діяльності як у загальному, так і за окремими підсистемами: мотиваційною, операційною, інформаційною та регуляторною було

використано «Методику оцінки ефективності навчальної діяльності студентів» (за І. С. Тодоровою) [297]. Методологічну та теоретичну основу цієї методики складають положення особистісно-орієнтованого та діяльнісного підходів, уявлення про чинники ефективного навчання студентів. Результати моніторингу навчальної діяльності студентів наведено в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6

Результати дослідження ефективності навчальної діяльності за «Методикою оцінки ефективності навчальної діяльності студентів»

Шкала «Методики оцінки ефективності навчальної діяльності студентів»	Рівні сформованості							
	початковий		низький		середній		високий	
	кіль-ть студ- в	у (%)	кіль-ть студ-в	у (%)	кіль-ть студ-в	у (%)	кіль-ть студ-в	у (%)
Мотиваційна підсистема	34	19,1	63	35,4	56	31,5	25	14,0
Операційна підсистема	57	32,1	58	32,5	43	24,2	20	11,2
Інформаційна підсистема	36	20,2	58	32,5	57	32,1	27	15,2
Регуляторна підсистема	39	21,9	48	27,0	67	37,6	24	13,5

Найбільший позитивний вплив здійснює орієнтація студента на процесі результат (мотивація досягнення), а менш продуктивними – мотивація на оцінку викладача, зовнішнього примусу, уникання покарання, орієнтації на соціальну залежну поведінку. Майже однакова кількість студентів мають високий (14%) та початковий (19,1%) рівень мотивації пізнавальної діяльності.

Операційна підсистема показує сформованість: орієнтаційної основи навчальної діяльності, компетентностей для її здійснення та рівень пізнавальної активності. Результати отримані за цією методикою відповідають отриманим з попереднього дослідження та ще раз підкреслюють низький її рівень – близько 65% студентів має початковий та низький рівень.

Стан сформованості структури майбутнього фахівця телекомунікаційної галузі за інформаційною підсистемою визначають: кількісні та якісні характеристики інформаційного забезпечення навчальної діяльності; обсяг інформації, що залишається у довготривалій пам'яті студента, використання отриманої інформації у практичній діяльності, наявність міжпредметних зв'язків; знання специфіки професійної діяльності (знання особливостей професії, сутності та структури діяльності, знань змісту професійних функцій).

Регуляторна підсистема характеризує функціональний стан студента, характер зовнішнього впливу та рефлексію. Початковий її рівень має 21,9% респондентів, низький – 27%, середній – 37,6% і лише 13,5% – високий.

Визначені параметри, показники, критерії та рівні дали можливість діагностувати стан сформованості компетентностей студентів напрямку підготовки «Телекомунікації» в навчальному процесі в процесі вивчення фізики. Для достовірності педагогічного експерименту та уникнення впливу неконтрольованих факторів на його перебіг, було ретельно виокремлено контрольну та експериментальну групи серед контингенту студентів першого курсу. Виконання вимог репрезентативності забезпечено вибором генеральної сукупності – потоку студентів за спеціальністю «Телекомунікації». Вся сукупність рівномірно розподілена на п'ять академічних груп приблизно до 30 слухачів у кожній.

На основі аналізу результатів констатувального етапу виділено контрольну та експериментальну групи для проведення формувального експерименту по 29 осіб у кожній. які показали результати, близькі до загальних. Для цих груп забезпечуються: однаковий вплив навчально-матеріальної та науково-методичної бази університету та однакове навчальне навантаження до і під час експерименту. Також для більшої ідентичності груп проаналізовано середній бал шкільного атестату студентів, який для контрольної групи складає 176,7 балів,

експериментальної – 175,2 балів.

Результати дослідження стану мотивації навчальної діяльності за методикою «Мотивація навчання у ВНЗ», стану сформованості когнітивної та операційної сфер майбутніх фахівців телекомунікацій та ефективності навчальної діяльності за окремими підсистемами (мотиваційною, операційною, інформаційною, регуляторною) за «Методикою оцінки ефективності навчальної діяльності студентів» у контрольній та експериментальній групах до проведення формуючого експерименту представлено на діаграмах (рис. 6.13, рис. 6.14, рис. 6.15) та таблицях (додаток Е).

Згідно результатів визначення мотивації навчальної діяльності, початковий рівень мотивації студентів контрольної та експериментальної групи приблизно однаковий. Початковий рівень мотивації отримання знань мають 7% опитаних контрольної групи і 14% – експериментальної, професійної спрямованості 10% і 13%, отримання диплома – 7% і 10% відповідно. Слід відзначити, що як у контрольній, так і у експериментальній групах на початку експерименту переважає мотивація отримання диплома.

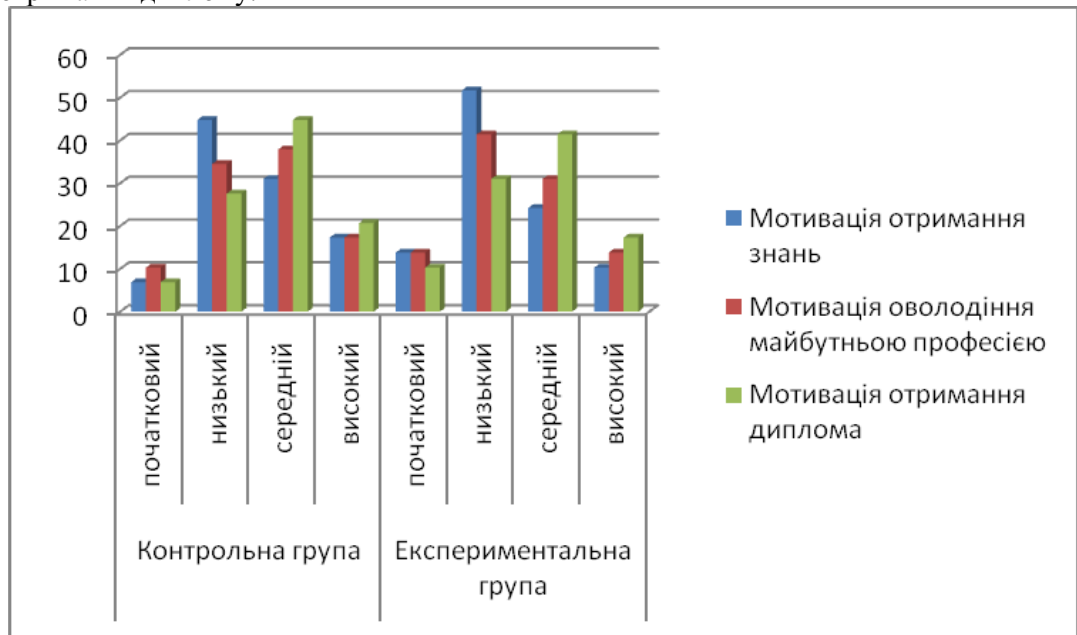


Рис. 6.13. Результати дослідження стану мотивації навчальної діяльності за методикою «Мотивація навчання у ВНЗ»

Аналіз результатів зовнішнього оцінювання знань з фізики кандидатів на навчання у вищих військових закладах та військових навчальних підрозділах вищих навчальних закладів, вхідного контролю та результатів навчальної діяльності студентів та курсантів на початку вивчення дисципліни засвідчив, що більшість опитаних мають початковий та низький рівень сформованості когнітивної та операційної сфер. Особливо слід відмітити низькі показники професійної направленості знань та якості умінь. Вихідний рівень знань та умінь у контрольній та експериментальній групі приблизно однаковий.

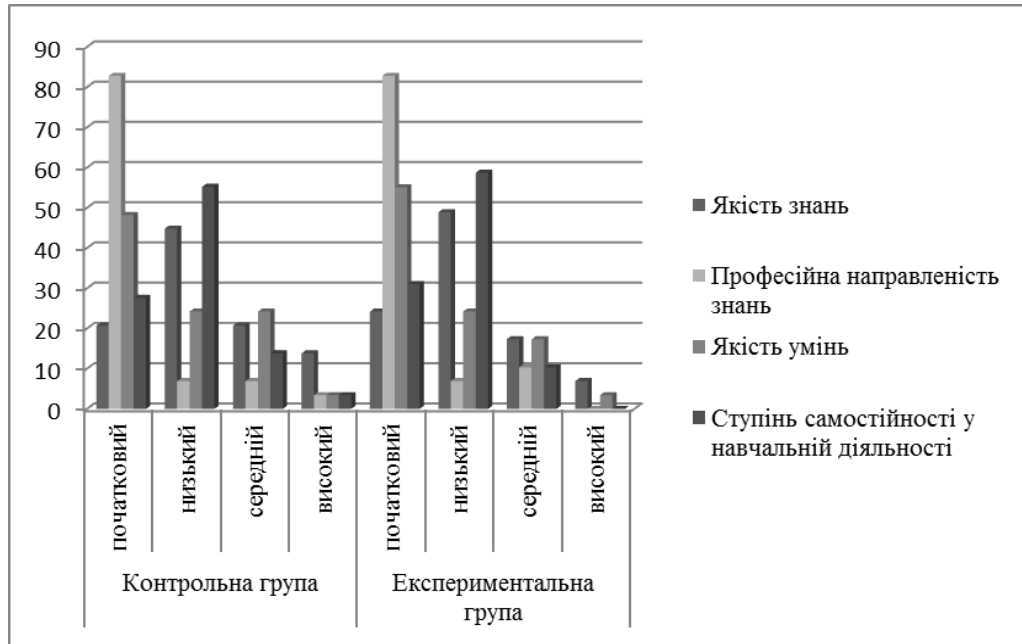


Рис. 6.14. Результати дослідження стану сформованості когнітивної та операційної сфер майбутніх фахівців телекомунікацій

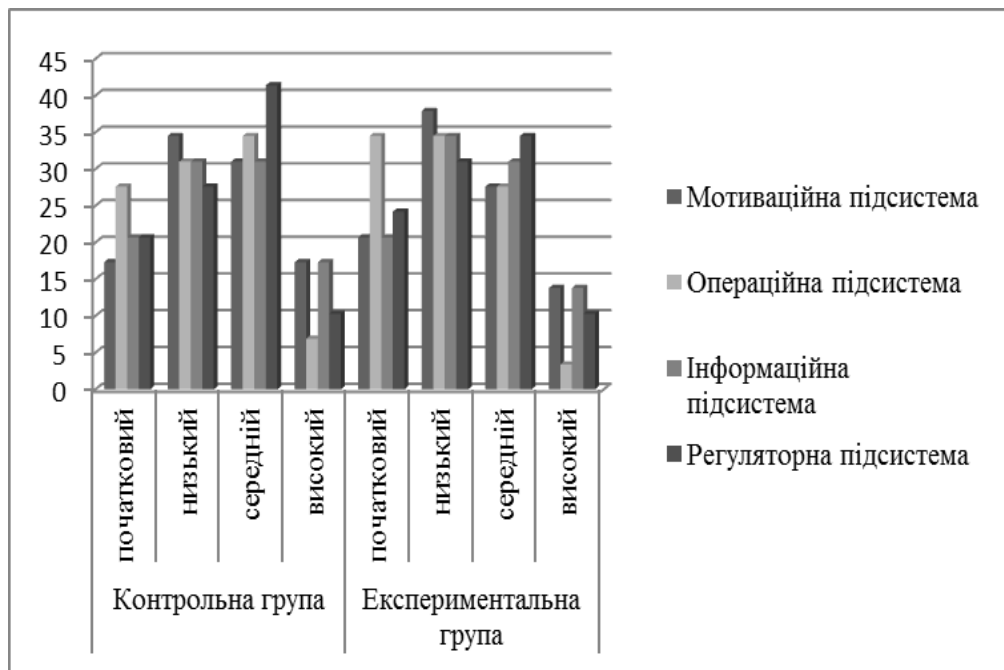


Рис. 6.15. Результати дослідження ефективності навчальної діяльності по підсистемам

Результати дослідження ефективності навчальної діяльності по чотирьом підсистемам на початку семестру засвідчили недостатній її рівень особливо операційної та мотиваційної складових. По всім чотирьом підсистемам кількість опитаних, які мають початковий та низький рівень переважає кількість з середнім та високим.

Узагальнення результатів констатувального експерименту здійснено на основі центральної теореми теорії ймовірностей про властивості математичного очікування й дисперсії випадкової величини (О. М. Ляпунов), з якої випливає принцип середнього арифметичного зі спостережуваних значень. Відповідно до цього принципу середнє арифметичне всіх значень зведено за ймовірністю до математичного очікування, що ототожнюється з істинним значенням отриманої в процесі експерименту величини. Це дало можливість визначити стан ефективності навчальної діяльності майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі обчисленням за всіма показниками для кожного параметру (рис. 6.16).

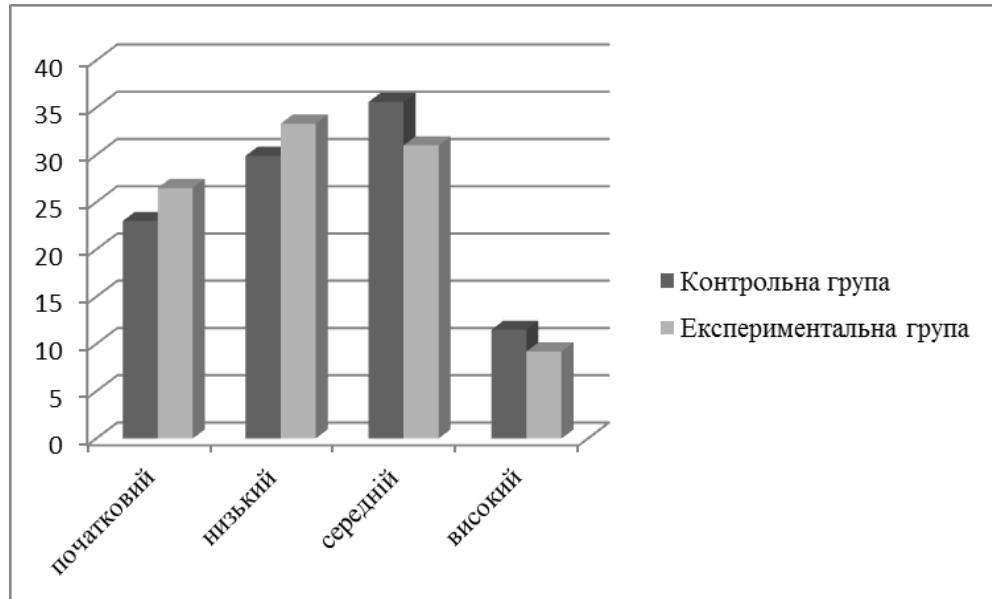


Рис. 6.16. Результати дослідження ефективності навчальної діяльності за «Методикою оцінки ефективності навчальної діяльності студентів»

Початковий рівень ефективності навчальної діяльності мають 21,6% опитаних контрольної групи та 25% – експериментальної, низький – 31,0% і 34,5%, середній – 34,5% і 30,2% відповідно. Тільки 13,0% студентів контрольної групи та 10,3% експериментальної високо оцінили ефективність своєї навчальної діяльності.

Аналіз отриманих даних дав можливість виявити основні тенденції стану навчальної діяльності майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі:

- студенти мають досить загальне уявлення про місце та роль фізики в оволодінні професією інженера телекомунікаційної галузі;
- більшість студентів відмічають низьку ефективність своєї навчальної діяльності, не працюють систематично, особливо самостійно;
- низька мотивація навчальної діяльності викликає недостатню пізнавальну активність;
- стан навчально-методичної бази в середній школі не дає змоги забезпечити розвиток умінь.

Наслідки констатувального та пошукового експерименту дали змогу визначити завдання та покращити умови проведення формуючого педагогічного експерименту.

6.3. Впровадження та аналіз ефективності застосування інноваційних технологій у навчальному процесі

Проведення констатувального та пошукового етапу дослідження дало можливість з'ясувати реальний стан навчального процесу з фізики, підтвердити необхідність теоретично обґрунтованих педагогічних умов, визначити основні підходи до впровадження інноваційних технологій навчання фізики майбутніх фахівців телекомунікацій [79].

Формувальний експеримент реалізований при вивченні фізики студентами протягом першого та другого семестрів. Для проведення формувального експерименту за результатами констатувального етапу було обрано наступні основні підходи:

- цілеспрямоване поетапне формування компетентностей, що полягає у чіткому визначенні мети, змісту, алгоритмів роботи при викладанні кожної конкретної теми;
- включення студентів у квазіпрофесійну діяльність, що є навчальною за формою, але містить елементи та форми майбутньої професійної діяльності;
- центральним елементом навчального процесу стає особистість, її інтереси, потреби і можливості;
- вибір такої суб'єктної комунікативної взаємодії викладача і студента, яка забезпечить не тільки засвоєння знань та розвиток умінь, а і отримання компетентностей студентами, що мають

різний рівень розвитку;

- сприяння активній навчальній діяльності студентів, створення умов співтворчості та співробітництва при вивченні фізики, включення студентів у діяльність на пошуковому та творчому рівні, розвиток дивергентного мислення, застосування проблемного навчання;

- застосування таких організаційних форм навчального процесу, які б забезпечили розвиток компетентностей студентів телекомунікаційного напрямку підготовки в поза аудиторний час;

- активне застосування принципів варіативності методів та форм навчання для подолання одноманітності та підвищення пізнавальної активності.

Система викладання фізики майбутнім фахівцям телекомунікацій та формування усіх параметрів компетентності (мотиваційного, когнітивного, операційного, рефлексивного) передбачає створення чітко визначених педагогічних умов (пізнавальна мотивація, мотивація оволодіння майбутньою професією, застосування діяльнісного підходу, залучення в різні види діяльності, застосування контрприкладів, створення інформаційно-методичного забезпечення, апаратно-програмних засобів). На початку розділу, модуля, теми, кожного заняття формулюються мета і завдання, чітко регламентується вся навчальна діяльність студентів. На початку вивчення дисципліни оприлюднюється модульний план та план вивчення кожного модуля, обов'язкові та варіативні форми контролю, критерії оцінювання, перелік компетентностей, що формуються. За допомогою структурно-логічної теми вивчення фізики презентуються місце модуля у структурі дисципліни та майбутній професійній діяльності, міжпредметні зв'язки з іншими предметами природничо-наукового та професійного блоків.

В ході дослідження автором було розроблено навчально-методичне забезпечення вивчення фізики, яке складається з освітнього сайту та комплексу «еФізика». Комплекс містить навчально-методичний контент, набір цифрових апаратних пристроїв і програмних засобів для проведення експериментальних досліджень, моделюючі програми, завдання для тестового контролю. Навчально-методичний контент знаходиться у вигляді html сторінок та містить підручники, курс лекцій, лабораторний практикум, практичні розробки методик використання контрприкладів, проектів, використання моделюючих програм та програм для проведення експериментів комп'ютерним вимірювальним комплексом. Комплекс «еФізика» ґрунтується на використанні інформаційно-телекомунікаційних технологій і доповнює традиційні навчальні матеріали при проведенні лекцій, практичних, лабораторних занять та самостійної роботи. Він створений на принципах: професійної доцільності, модульності побудови, можливості удосконалення та розвитку, доступності та типізації апаратних і програмних рішень, візуалізації мультимедійного контенту, який об'єднано в єдину систему. Базовими компонентами комплексу є блок організаційної інформації (робоча програма, модульний план, структурно-логічна схема, критерії оцінювання), блок теоретичного матеріалу (інтерактивні підручники і курс лекцій), система тестування (редактор та програваач тестів), лабораторний практикум (моделювання і вимірювання комп'ютерним комплексом). Така структура дає можливість індивідуалізувати роботу зі студентами, гнучко конструювати хід навчального процесу, а наявність інваріантної та варіативної частини навчального контенту – глибше розглянути окремі питання курсу.

Постійний доступ до контенту організовується за допомогою освітнього сайту www.efizika.org.ua, а зворотній зв'язок забезпечується за допомогою сторінки в соціальній мережі Facebook та сервісу мікроблогів Twitter.

Використання комплексу дає змогу ефективно організувати науково-дослідницьку роботу як при реалізації варіативних форм контролю, так і під час самостійної роботи (створення апаратно-програмних засобів, презентація їх на виставках та конкурсах, виконання проектів). Проектна робота в основному реалізується у вигляді проектування та удосконалення web-сайту, створення апаратних і програмних засобів для проведення лабораторних робіт, розробки презентацій освітнього контенту, оновленням навчального контенту комплексу. Кращі роботи проходили апробацію на заняттях та вміщувалися до навчально-методичного комплексу «еФізика». У процесі проведення формуального

експерименту впроваджено систему використання інноваційних технологій при вивченні фізики. Розроблена система вивчення фізики із застосуванням інноваційних технологій базується на діяльнісному та особистісно орієнтованому підході та підвищує ефективність освітнього процесу.

Контрольний етап експерименту спрямовано на уточнення і конкретизацію висновків за результатами впровадження розробленої системи використання інноваційних технологій при викладанні фізики. Перевірка ефективності розробленої системи та виявлення динаміки формування структури майбутнього фахівця телекомунікаційної галузі здійснена шляхом проведення контрольного зрізу та порівняння його результатів з результатами, які отримані під час проведення пошукового етапу. Порівняння цих результатів полягає у їх статистичній обробці та інтерпретації з метою виявлення різниці між даними у контрольній та експериментальній групах та з'ясування її достовірності.

З метою оцінювання розходжень між двома незалежними вибірками застосовано U-критерій Мана-Уїтні – непараметричний статистичний критерій. Застосування критерію дає можливість перевірити припущення про різницю центральної тенденції стану властивості, що вивчається, у зазначеній сукупності. U-критерій є ранговим, тому він інваріантний стосовно будь-якого монотонного перетворення шкали вимірювання, проте упорядкування об'єктів можливе лише у випадку шкали вимірювання властивості, що вивчається не нижче порядкової. Рівень значимості розбіжностей отриманих результатів виберемо традиційним – $\alpha = 0,05$.

На початку експерименту шляхом порівняння U-критерію для контрольної та експериментальної груп до початку експерименту з критичним значенням критерію було визначено, що контрольна та експериментальна групи належать до однієї генеральної сукупності. Аналіз результатів педагогічного експерименту показав, що позитивні зміни по всім дослідженим параметрам відбулися як в експериментальній, так і в контрольній групах. Але результати більшої частини експериментальної групи кращі за результати контрольної (додаток Ж).

Для визначення стану мотивації навчальної діяльності студентів телекомунікаційного напрямку підготовки використана методика «Мотивація навчання у ВНЗ» у контрольній та експериментальній групах. Порівняно дані констатувального та контрольного етапів експерименту в обох групах студентів отриманих за цією методикою (табл. 6.7). Аналіз результатів сформованості мотивації засвідчив позитивну динаміку мотивації отримання знань.

Так у контрольній групі кількість студентів, які її мали на початковому та низькому рівні зменшилась на 13,8%, а студентів із середнім та високим збільшилось на 3,5% та 10,3% відповідно. Результати за мотивом оволодіння майбутньою професією мають подібну тенденцію – зменшення на 10,3% початкового та низького рівня та збільшення на 22,2% середнього та високого. Спрямованість на отримання диплома має також позитивну динаміку: кількість

респондентів з початковим та низьким рівнем зменшилась на 6,9%, кількість із середнім рівнем не змінилася, а з високим зросла на 6,9%.

Таблиця 6.7

Порівняння результатів констатувального та контрольного етапів експерименту за мотиваційним параметром

Мотиваційна шкала методики «Мотивація навчання у ВНЗ»	Контрольна група								Експериментальна група							
	початковий		низький		середній		високий		початковий		низький		середній		високий	
	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.
	динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка	
Мотивація отримання знань	6,9	3,4	44,8	34,5	31,0	34,5	17,3	27,6	13,8	0	51,7	20,7	24,2	13,8	10,3	65,5
	-3,5		-10,3		+3,5		+10,3		-13,8		-31,0		-10,4		+55,2	
Мотивація оволодіння майбутньою професією	10,3	6,9	34,5	27,6	37,9	44,8	17,3	32,6	13,8	0	41,4	13,8	31,0	24,2	13,8	62,0
	-3,4		-6,9		+6,9		+15,3		-13,8		-27,6		-6,8		+48,2	
Мотивація отримання диплома	6,9	3,4	27,6	24,2	44,8	44,8	20,7	27,6	10,3	3,4	31,0	6,9	41,4	44,8	17,3	31,0
	-3,5		-3,4		0		+6,9		-6,9		-24,1		+3,4		+13,7	

Аналіз даних експериментальної групи виявив, що кількість студентів з початковим, низьким та середнім рівнем мотивації на отримання знань зменшилась на 13,8%, 31,0% та 10,4% відповідно, тому кількість респондентів із високим рівнем зросла на 55,2%.

При аналізі результатів спрямованості на отримання диплому студентів експериментальної групи, відмічено, що кількість респондентів із високим рівнем зросла на 13,7%, середнім рівнем – на 3,4%, а з низьким та початковим зменшилась на 31%. Спостерігається також позитивна динаміка мотиву оволодіння майбутньою професією в експериментальній групі: кількість студентів з високим рівнем зросла на 48,2%, а з середнім, низьким та початковим зменшилась на 6,8%, 27,6% та 13,8% відповідно. Більш наочно отримані результати контрольного зрізу можна розглянути за допомогою діаграми (рис. 6.17).

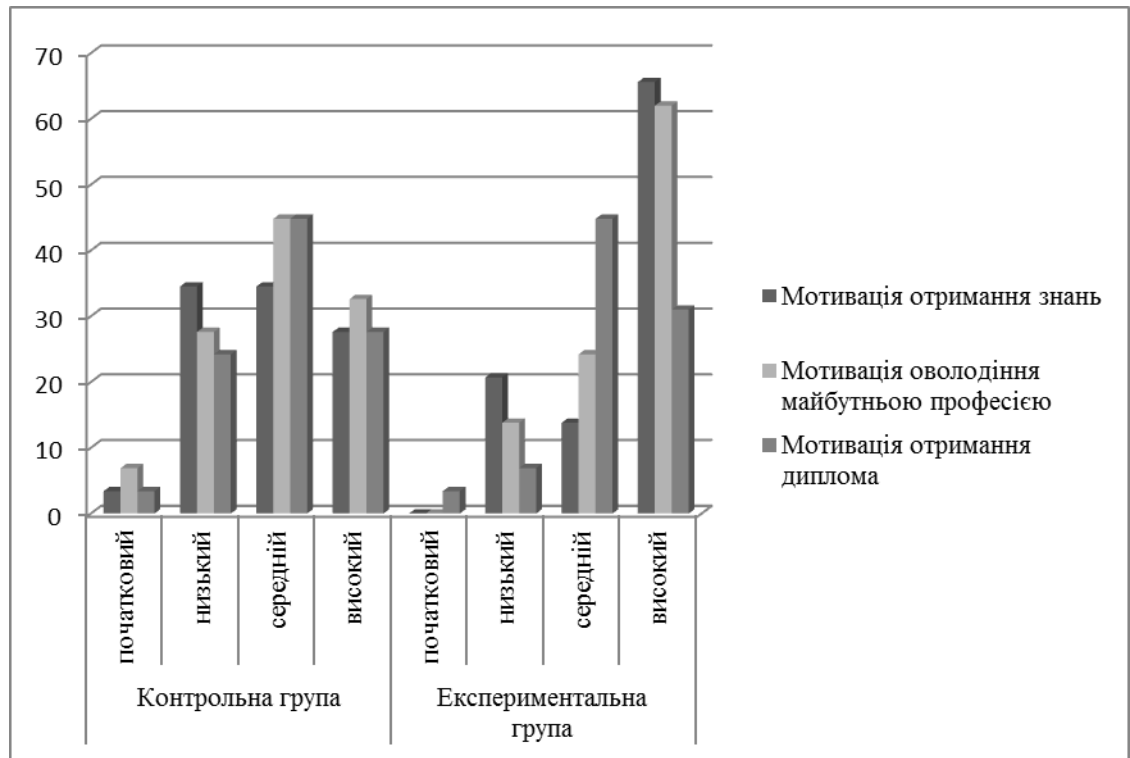


Рис. 6.17. Результати дослідження стану мотивації навчальної діяльності за методикою «Мотивація навчання у ВНЗ» (контрольний етап)

Оцінимо розходження між двома незалежними вибірками до початку експерименту за допомогою U –критерію Мана-Уїтні. Сформулюємо статистичну гіпотезу H_0 : розподіл результатів студентів контрольної та експериментальної групи до проведення експерименту за рівнями мотивації навчання суттєво не відрізняються. З цією метою проранжовано всі експериментальні дані спільно для двох груп та отримано варіаційний ряд за зростанням ознаки.

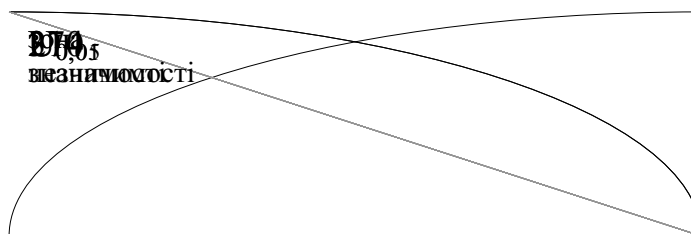
Підраховано окремо суму рангів контрольної та експериментальної груп. Загальна сума рангів: $778 + 933 = 1711$.

Розрахункова сума: 1711 , де N – загальна кількість проранжованих спостережень, в нашому випадку 58. Рівність реальної та розрахункової сум дотримано.

Визначено більшу з двох рангових сум. Розраховано значення U -критерію за формулою:

де n_1 – кількість студентів у першій групі; n_2 – кількість студентів у другій групі; T_x – більша із двох рангових сум; n_x – кількість студентів у групі з більшою сумою рангів.

Розрахуємо емпіричне значення U -критерію Манна-Уїтні до проведення формувального експерименту



За таблицею [392, с. 318] пдля $n = 29$ визначено критичне значення: $U_{кр}=314$ для $\alpha \leq 0,05$ та $U_{кр}=270$ для $\alpha \leq 0,01$. Побудовано вісь значимості (рис. 6.18):

Рис. 6.18. Вісь значимості U-критерію Манна-Уїтні

З'ясовано, що $343 > 314$, тобто $U_{емп1} > U_{кр,0,5}$, отже, отримане емпіричне значення знаходиться у зоні незначущості. Відповідно, нульова гіпотеза про те, що розподіл результатів студентів контрольної та експериментальної вибірок за рівнями мотивації навчання до початку експерименту суттєво не відрізняються – приймається при заданому рівні статистичної значущості.

Тепер аналогічним чином проведемо порівняння результатів після експерименту. За нульову гіпотезу H_0 було прийнято, що у студентів експериментальної групи після вивчення курсу фізики із застосуванням інноваційних технологій рівень мотивації не вищий за їх рівень у студентів контрольної групи. За альтернативну гіпотезу H_1 прийнято – мотивація навчальної діяльності та у студентів експериментальної групи вищі за рівень у студентів контрольної групи завдяки впровадженню розробленої авторської методичної системи. Загальна сума рангів: $691 + 1020 = 1711$.

Застосуємо ту ж вісь значимості (рис. 6.18) та з'ясуємо, що $U_{емп2} > U_{кр,0,5}$, отже, отримане емпіричне значення для контрольного етапу знаходиться у зоні значущості. Відповідно, нульова гіпотеза про те, що розподіл результатів студентів контрольної та експериментальної вибірок за рівнями суттєво не відрізняються – відкинуто при заданому рівні статистичної значущості та прийнято альтернативну гіпотезу. Виявлено свідчення щодо наявності позитивного впливу авторської методики формування компетентностей студентів – майбутніх фахівців зв'язку за мотиваційним параметром.

Результати діагностики когнітивного та операційного параметру у студентів контрольної та експериментальної груп подано у табл. Ж.2 (додаток Ж). Дослідження рівня якості знань та умінь студентів здійснено у формі письмових контрольних робіт за вивченими темами дисципліни, які містили теоретичні питання та практичні завдання. Завдання у роботах для контрольної та експериментальної груп були однакові. Також проведено анкетування та опитування, щоб з'ясувати рівень професійної направленості знань студентів та ступеня їх самостійності у навчальній діяльності (табл. 6.8).

Порівняти отримані результати за когнітивним та операційним параметром на констатувальному та контрольному етапах експерименту в обох групах та досить легко з'ясувати динаміку змін можна за рис. 6.19.

Таблиця 6.8

Порівняння результатів констатувального та контрольного етапів експерименту за когнітивним та операційним параметром

Стан сформованості когнітивної та операційної сфер	Контрольна група								Експериментальна група							
	початко вий		низький		середній		високий		початко вий		низький		середній		високий	
	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.
	динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка	
	20,7	0	44,8	48,3	20,7	37,9	13,8	13,8	24,2	0	48,9	31,0	17,3	48,3	6,9	20,7

Якість знань	-20,7		+3,5		+17,2		0		-24,2		-17,9		+31,9		+13,8	
Професійна направленість знань	82,8	34,5	6,9	37,9	6,9	20,7	3,4	6,9	82,8	13,8	6,9	31,0	10,3	24,2	0	31,0
	-48,3		+33		+13,8		+3,5		-69		+24,1		+13,9		+31	
Якість умінь	48,2	0	24,2	58,7	24,2	37,9	3,4	3,4	55,1	3,4	24,2	17,3	17,3	55,2	3,4	24,2
	-48,2		+34,5		+13,7		0		-51,7		-6,9		+37,9		+20,8	
Ступінь самостійності у навчальній діяльності	27,6	24,2	55,2	41,4	13,8	31,0	3,4	3,4	31,0	6,9	58,7	24,2	10,3	44,8	0	24,2
	-3,4		-13,8		+17,2		0		-24,1		-34,5		+34,5		+24,2	

На основі U-критерію Манна-Уїтні так само оцінено розходження між двома незалежними вибірками до та після експерименту. До експерименту отримано $U_{emp1} = 376$. Розраховане емпіричне значення знаходиться у зоні незначимості $U_{emp1} > U_{кр.0,5}$, відповідно гіпотеза про те, що вибірки, які порівнюються, співпадають приймається на рівні значимості 0,05.

Рівень сформованості компетентностей за когнітивним та операційним параметром студентів експериментальної та контрольної груп по завершенню формуального експерименту статистично відрізняються. $U_{emp2emp2} < U_{кр.0,5}$. Отже, прийнято альтернативну гіпотезу про наявність значного позитивного впливу авторської системи використання інноваційних технологій при викладанні фізики на формування когнітивних та операційних компетентностей майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі.

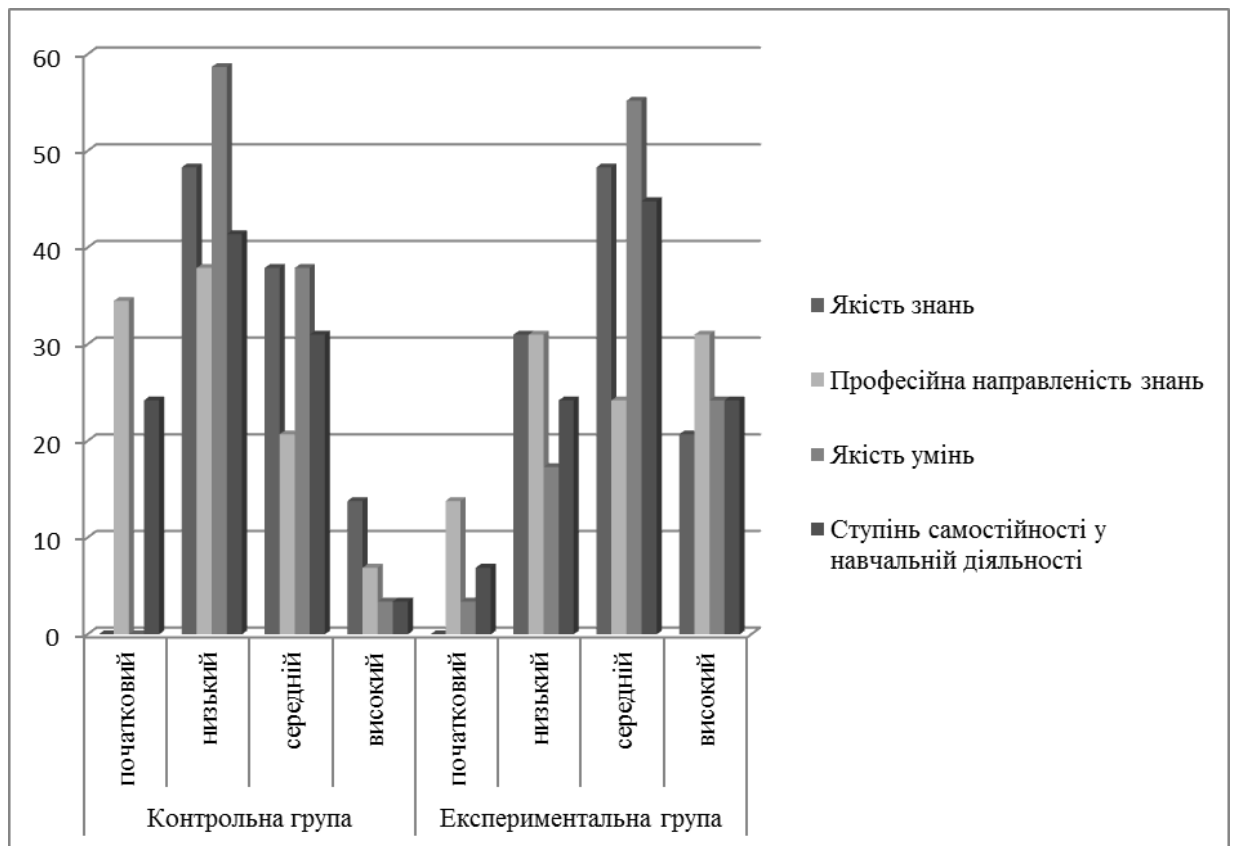


Рис. 6.19. Результати дослідження стану навчальної діяльності за когнітивним та операційним параметром

Результати діагностики ефективності навчального процесу за «Методикою оцінки ефективності навчальної діяльності студентів» (І. С. Тодорова) подано табл. 6.9 та рис 6.20.

За математично-статистичною обробкою результатів тестування до експерименту отримано $U_{emp1} = 392$. Це розраховане емпіричне значення знаходиться у зоні не значимості, бо перевищує $U_{кр.0,5}$, тому гіпотеза про співпадіння ефективності навчальної діяльності для контрольної та експериментальної груп приймається на рівні значимості 0,05.

Таблиця 6.9

Порівняння результатів констатувального та контрольного етапів експерименту за «Методикою оцінки ефективності навчальної діяльності студентів»

Шкала «Методики оцінки ефективності навчальної діяльності студентів»	Контрольна група								Експериментальна група							
	початко вий		низький		середній		високий		початко вий		низький		середній		високий	
	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.	поч.	зав.
	динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка		динаміка	
Мотиваційна підсистема	17,3	6,9	34,5	34,5	31,0	34,5	17,3	24,2	20,7	3,4	37,9	13,8	27,6	27,6	13,8	55,1
	-10,4		0		+3,5		+6,9		-17,3		-24,1		0		+41,3	
Операційна підсистема	27,6	10,3	31,0	34,5	34,5	44,8	6,9	10,3	34,5	3,4	34,5	17,3	27,6	55,2	3,4	24,2
	-17,3		+3,5		+10,3		+3,4		-31,1		-17,5		+27,6		+20,8	
Інформаційна підсистема	20,7	10,3	31,0	27,6	31,0	41,4	17,3	20,7	20,7	0	34,5	17,3	31,0	24,2	13,8	58,7
	-10,4		-3,4		+10,4		+3,4		-20,7		-17,2		-6,9		+44,9	
Регуляторна підсистема	20,7	6,9	27,6	31,0	41,4	44,8	10,3	17,3	24,2	0	31,0	20,7	34,5	48,3	10,3	31,0
	-13,8		+3,4		+3,4		+7,0		-24,1		-10,3		+14,2		+20,7	

Порівняння результатів після проведення експерименту показує прогрес в оцінці ефективності навчального процесу, тому визначаємо чи ця динаміка суттєва. Емпіричне значення U-критерію Мана-Уїтні $U_{emp1} = 392$ перевищує $U_{кр.0,5}$.

Отже, доведено наявність значного позитивного впливу авторської методики вивчення фізики з використанням інноваційних технологій майбутніми фахівцями телекомунікацій за ефективністю навчального процесу.

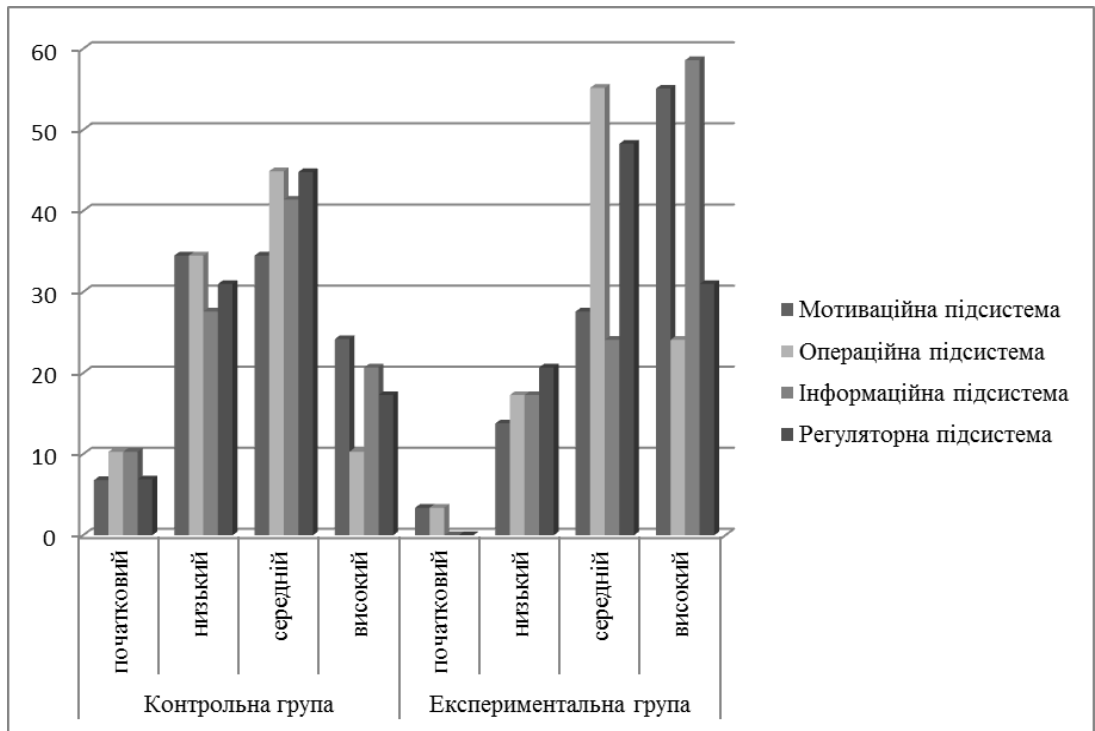


Рис. 6.20. Результати дослідження стану навчальної діяльності за «Методикою оцінки ефективності навчальної діяльності студентів»

Наочно розглянути позитивний вплив авторської системи вивчення фізики із застосуванням інноваційних технологій можна за допомогою діаграми на рисунку 6.21.

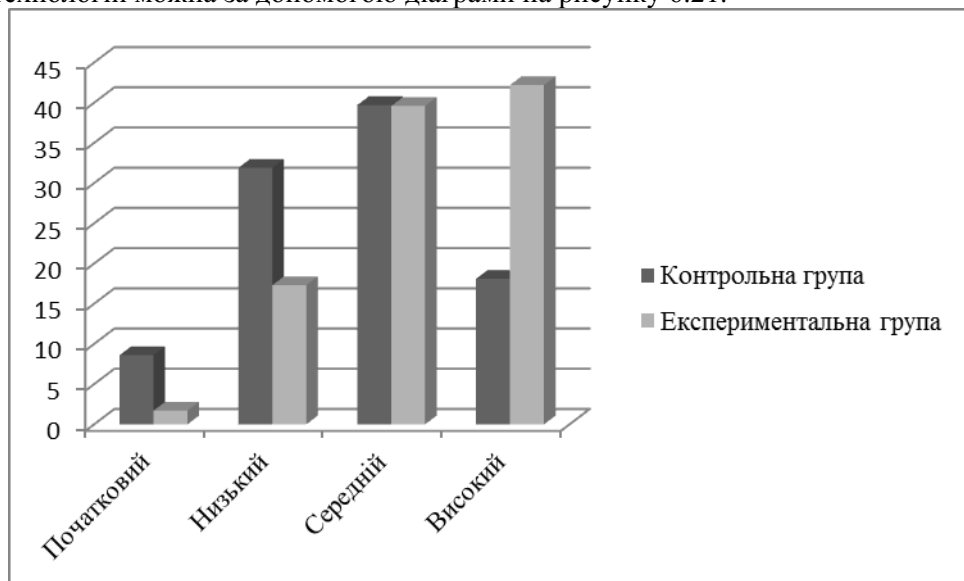


Рис. 6.21. Результати дослідження ефективності навчальної діяльності студентів

Статистична обробка результатів дослідження за всіма параметрами дає можливість зробити висновок про суттєві розходження даних, отриманих в контрольній та експериментальній групах студентів напрямку підготовки «Телекомунікації», які є результатом застосування інноваційних технологій при вивченні фізики. Застосування цих технологій, що базуються на системному, особистісно орієнтованому та діяльнісному підходах, сприяють підвищенню ефективності навчального процесу у вищому технічному закладі освіти, сприяють набуттю більш високого рівня компетентностей майбутнього фахівця телекомунікацій [79].

Запропоновані методичні підхід до навчання фізиці сприяє вдосконаленню освітнього процесу, активізації навчальної діяльності, покращенню якості засвоєння навчального матеріалу, подоланню формального підходу до дисципліни і формуванню навичок абстрактного та логічного мислення.

Висновки до розділу 6

1. З'ясовано педагогічні умови, які сприяють формуванню компетентностей майбутніх фахівців телекомунікацій в процесі навчання фізики. Розроблено показники та критерії оцінювання компетентностей за мотиваційним, когнітивним та операційним параметрами. Виявлено та проаналізовано стан сформованості компетентностей майбутніх фахівців телекомунікацій.

2. Експериментально підтверджено ефективність навчально-методичної системи навчання фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації» та комп'ютерного навчально-методичного комплексу «еФізика». Обґрунтовано актуальність проблеми застосування інноваційних технологій у навчанні фізики.

3. Доведено, що використання освітнього сатйту HYPERLINK "<http://www.efizika.org.ua>" www.efizika.org.ua у процесі навчання фізики студентів забезпечує педагогічно доцільну підтримку навчального процесу засобами інформаційно-комунікаційних технологій, забезпечує доступ студентів і викладачів до інформаційних ресурсів.

4. Показано, що зміни в рівні ефективності навчальної діяльності майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі не є випадковими і мають систематичний характер. Доведено, що ефективність навчальної діяльності, рівень мотиваційного, когнітивного та операційного параметрів у студентів експериментальної групи після формувального етапу експерименту значно вищий.

5. Підтверджено, що запропоновані методичні підходи до навчання фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації» сприяє вдосконаленню освітнього процесу та підвищенню рівнів навчальних досягнень. Активне залучення студентів у рамках наукової роботи до розробки засобів інформаційних технологій розвиває індивідуальні здібності, критичне, аналітичне та творче мислення, готує їх до подальшої професійної діяльності.

ВИСНОВКИ

Узагальнення результатів проведеного дослідження щодо розроблення методичних підходів до навчання фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації» дають підстави сформулювати такі висновки:

1. Встановлено, що специфіка професійної діяльності фахівців телекомунікаційної галузі та соціальний запит на їх підготовку вимагають впровадження технологічного, компетентісного, особистісно-орієнтованого, діяльнісного підходів, причому особливо гостро стоїть проблема застосування інноваційних технологій. Дисципліна «Фізика» є основною дисципліною природничо-наукового циклу для студентів напряму підготовки «Телекомунікації», а тому необхідність підвищення якості фахової підготовки майбутніх інженерів телекомунікаційного профілю ставить посилені вимоги до змісту і форми викладення навчального матеріалу з фізики. Проте наявне навчально-методичне забезпечення курсу фізики у вищих навчальних закладах телекомунікаційного напряму підготовки не забезпечує належного формування фізичних знань і подальшого ефективного їх використання у майбутній професійній діяльності. Професійно орієнтована підготовка майбутніх фахівців телекомунікацій ускладнюється відсутністю обґрунтованого концептуального підходу до її організації, навчально-методичного забезпечення та упровадження. У зв'язку з цим суттєве поліпшення підготовки майбутнього фахівця у галузі телекомунікацій, посилення її прогностичної спрямованості можливе лише за умови розробки теоретичних і методичних основ використання інноваційних технологій навчання фізики. Основний напрям удосконалення організаційних форм та методів навчання у рамках технологізації навчального процесу з фізики вбачається у підвищенні самостійності студентів та у варіативному поєднанні різних форм навчання зі складовими педагогічних технологій, які вимагають інноваційного наповнення цих форм. Встановлено, що актуальними інноваційними технологіями у навчанні фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації» є модульна, інформаційна та проектна технології.

2. Розроблено навчально-методичну систему навчання фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації», яка містить такі основні складові, як зміст курсу фізики, методи, засоби і технології навчання, форми його організації, навчальні й інформаційні ресурси. Особистісно-орієнтована система навчання органічно узгоджується із провідними ідеями Болонського процесу відносно трансформації навчальної діяльності в процес самостійного опрацювання матеріалу та поєднання навчання з науковим дослідженням. Конкретизовано способи оптимізації навчального процесу з фізики в умовах використання модульної, проектної та інформаційної технологій за рахунок розширення можливостей вибору методів, засобів та організаційних форм навчання, створення умов для активної самостійної навчальної діяльності, здійснення диференційованого й індивідуального підходів включно з вибором оптимального темпу та траєкторії навчання, підвищення мотивації і пізнавальної активності. Розроблена методична система передбачає широке

використання міжпредметних зв'язків, опорних конспектів, комп'ютерного моделювання, комп'ютерного вимірювального комплексу, контрприкладів, мультимедіа-матеріалів, електронних підручників, комп'ютерного контролю та самоконтролю знань, освітнього сайту, сервісу мікроблогів, сайту колективної роботи з електронними документами, сторінок в соціальних мережах.

3. Створено універсальний навчально-методичний комп'ютерний комплекс «eФізика», спрямований на впровадження нових форм організації та технологій реалізації навчального процесу. Особливої уваги приділено модульній технології, яка забезпечує варіативність та індивідуалізацію навчання і дає можливість ефективно реалізувати принципи систематичності, науковості і наступності фізичної освіти, а також підвищити рівень професійної підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій. У розробленому початково-методичному комплексі «eФізика» інтегровано модульні плани вивчення дисциплін «Фізика», «Фізика оптичного зв'язку», «Хімія та електрорадіоматеріали», необхідний теоретичний та методичний матеріал, моделюючі комп'ютерні програми, програмно-апаратне забезпечення фізичних вимірювань, тести для контролю засвоєння компетентностей. Уточнено такі основні дидактичні вимоги до навчально-методичних комп'ютерних комплексів, як відповідність обов'язковому мінімуму змісту фізичної освіти; наявність інтерактивних моделей; забезпечення умов для формування дослідницьких умінь; єдність навчальної та контролюючої функцій; існування ефективного зворотного зв'язку; наявність системи індивідуальних траєкторій навчально-пізнавальної діяльності студентів; забезпечення різноманітності видів і диференціації завдань, які забезпечують можливості керування реальним експериментом, інтеграції в системи дистанційного навчання, забезпечення персоніфікованого доступу до освітніх ресурсів, застосування нових інноваційних технологій навчання та професійного спрямування непрофільюючих дисциплін. Показано, що комплекс програмно-педагогічних засобів по фізиці повинен містити електронний мультимедійний посібник, гіпертекстовий курс лекцій, методичну підтримку і можливість обміну досвідом, систему дистанційного навчання, дистанційні конкурси та олімпіади. До комплексу включено дві великі основні групи програм: моделюючі програми та програми для проведення вимірювань за допомогою спеціально розроблених для цього пристроїв, що підключаються до комп'ютера. Для контролю та самоконтролю якості засвоєння навчального матеріалу до комплексу також додано програму для тестування і, окремим продуктом, – редактор для написання тестів.

4. Розроблено комп'ютерні моделі з використанням комп'ютерного навчально-методичного комплексу «eФізика» у процесі вивчення питань курсу фізики, що є актуальними для професійної діяльності майбутніх фахівців телекомунікацій. Обґрунтовано, що підготовка майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі неможлива без підтримки високої технологічності освітнього процесу. Комп'ютерні моделі, які керуються експериментальними даними, забезпечують динамічну візуалізацію даних, отриманих в реальному

експерименті; порівняння поведінки реального об'єкта та комп'ютерної моделі; отримання за допомогою комп'ютерної моделі нових залежностей з використанням експериментальних даних. Показано, що розроблені комп'ютерні моделі посилюють пізнавальний інтерес студентів, роблять їх роботу творчою і наближують її до наукового дослідження. Завдання творчого та дослідницького характеру, що максимально відповідають реальним інженерним задачам, з якими може зіткнутися майбутній фахівець, суттєво підвищують зацікавленість студентів у вивченні фізики та слугують потужним мотивуючим фактором. Використання комп'ютерного моделювання явищ та процесів, що є важливими для майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі, дає можливість унаочнення динаміки фізичних процесів та явищ, відтворення їх деталей, отримання числової та графічної інформації на будь-якій стадії розрахунків, а тому актуалізує професійну орієнтованість курсу фізики.

5. Обґрунтовано, що оптимальні умови реалізації дидактичного потенціалу комп'ютерних технологій навчання майбутніх фахівців у галузі телекомунікацій полягають у системному використанні принципу візуалізації навчальної інформації, безпосередньому зворотному зв'язку між користувачем та засобами комп'ютерних технологій, автоматизації процесів інформаційно-методичного забезпечення, організації управління навчальною діяльністю, контролі за результатами засвоєння. Здійснено порівняльний аналіз та оцінку сучасних програмно-педагогічних засобів з фізики, уточнено дидактичні вимоги до них та виявлена їх оптимальна структура. На основі розгляду типів аналого-цифрових перетворювачів, способів реалізації інтерфейсів підключення зовнішніх пристроїв до ПК та існуючих комп'ютерних вимірювальних лабораторій розроблено класифікацію апаратних засобів для проведення навчального фізичного експерименту. Обґрунтовано необхідність реалізації у проведенні лабораторних робіт з фізики із використанням комп'ютерних технологій триєдиного підходу, який полягає у комплексному застосуванні моделювання, вимірювання за допомогою комп'ютерної техніки та роботи з реальними лабораторними установками.

6. Створено освітній WEB – сайт для організації взаємодії між суб'єктами навчального процесу та з метою зниження часових і фінансових затрат в сучасних умовах. Його використання сприяє інтеграції в загальноукраїнський та світовий освітній простір та забезпечує такі можливості: оперативне поширення навчально-методичної інформації; формування, зберігання і супровід інформаційних баз даних; створення методичного консультативного центру; надання послуг для забезпечення дистанційної освіти; забезпечення індивідуалізації освіти. І хоча вузькоспеціалізовані сайти, які мають індивідуально структурований контент, досить зручні, проте мають ряд недоліків: недостатність відвідувачів, обмеженість інструментів, значні втрати часу на підтримку. Ліквідувати їх можуть соціальні мережі, що забезпечують централізацію, тематизацію, збір та видачу інформації в одному місці та на одній стрічці. Але разом з тим вони надають зайву персоналізацію,

обтяжуються іншою інформацією, що створює певні незручності. Розроблений та реалізований комплексний підхід полягає у спільному доповнюючому використанні освітнього сайту «eФізика» та сторінки eФізика на Facebook і мікроблогу у Twitter. Соціальні мережі генерують трафік на освітніх сайтах, просувають їх, додають аудиторії та впізнаваності. Таким чином, створена модель інтегрованого застосування навчально-методичного комплексу «eФізика», сайту www.efizika.org.ua та сторінок в соціальних мережах забезпечує належну інформаційну та телекомунікаційну підтримку методичної системи навчання фізики студентів напряму підготовки «Телекомунікації».

7. Забезпечено відкритість освітнього контенту комплексу «eФізика», завдяки забезпеченню можливості динамічної зміни змісту, методів та організаційних форм навчання, конструювання занять із застосуванням нових інформаційних технологій, які можуть бути реалізовані як для лабораторних робіт, так і для будь-якої теоретичної інформації. Використання навчально-методичного комплексу «eФізика» у навчанні фундаментальних та технічних дисциплін забезпечує: поєднання освітнього і методичного контенту, моделюючих програм та універсальних комп'ютерних вимірювальних пристроїв найбільш доцільним та економічним способом; незалежність від типу комп'ютерної платформи, динамічність та відкритість системи, яка ідеально підходить для збору, зберігання, аналізу інформації та її презентації; відповідність до сучасних освітніх і технічних стандартів, а також можливість широкого використання для вимірювання й автоматизації.

8. Здійснено експериментальну перевірку ефективності розроблених методичної системи навчання фізики майбутніх фахівців телекомунікацій з використанням інноваційних технологій навчання та методики застосування розробленого комп'ютерного комплексу «eФізика», яка виявила: зменшення кількості студентів з початковим та середнім рівнем ефективності навчальної діяльності з 40,5% у контрольній групі до 19% у експериментальній групі, незмінність кількості студентів з середнім рівнем та збільшення на 24,1% кількості студентів з високим рівнем. Показано вплив застосування методичної системи на формування інтересу до фізики, розвитку пізнавальної самостійності студентів і підвищення якості їх знань та умінь. Експериментально-дослідницька робота довела ефективність і дієвість розробленої та впровадженої методичної системи застосування інноваційних технологій у навчанні фізики майбутніх фахівців телекомунікацій. Аналіз отриманих результатів дав можливість зафіксувати позитивну динаміку в контрольній та експериментальній групах. Показано, що більш суттєві зміни відбулися у студентів експериментальної групи, де, за тотожності початкового рівня і змісту навчального предмета з контрольними групами, впроваджено авторську систему. Застосовано методи математичної статистики, які дали можливість підтвердити наявність значного позитивного впливу авторської системи використання інноваційних технологій при викладанні фізики на формування мотиваційних, когнітивних та операційних параметрів компетентностей майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі.

Результати наукової роботи можуть бути використані для формування комп'ютерно орієнтованих навчальних середовищ у процесі викладання природничих та інженерних дисциплін, при проектуванні та використанні інформаційних технологій у практиці технічних вищих навчальних закладів, для створення програмного забезпечення з інформаційно-методичного підтримання навчання фізики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 1С: Репетитор. Физика (Версия 1.5) [Электронный ресурс] / составители А. В. Берков, К. Л. Москаленко. – М. : АОЗТ "1С", 1998–2000. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. – Название с контейнера.
2. Абилов А. В. Распространение радиоволн в сетях подвижной связи : [Теоретический материал и задачи для практических занятий] / Абилов А. В. – Ижевск : ИжГТУ, 2001. – 24 с.
3. Аветисян К. А. Личность и профессия: Психологическая поддержка и сопровождение: учеб. пособие для студ. вузов / К. А. Аветисян, О. А. Анисимова, Л. В. Брендакова; под ред. Л. М. Митиной. – Высш. профессиональное образование. – М. : Академия. – 2005. – 335 с.
4. Автомонова О. О. Розвиток передового педагогічного досвіду в загальноосвітніх школах України в 1980-1994 р.: автореф. дис. На здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.01./ Автомонова О.О. - К., 1995. - 21 с.
5. Аганян Т. М. Интегральные микросхемы / Аганян Т. М. – Л. : Энергоатомиздат, 1983. – 592 с.
6. Аксенова Э. А. Компетентный подход к профессиональной подготовке школьников ФРГ / Аксенова Э. А. // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2004. – № 2 (март-апрель). – С.56-62.
7. Алексюк А. М. Педагогіка вищої освіти України. Історія. Теорія: Підручник. / Алексюк А. М. – К.: Либідь, 1998. – 560 с.
8. Алексюк А. М. Педагогіка вищої школи. Курс лекцій: модульне навчання: Навч. посібник. / Алексюк А. М. – К.: ІСДО, 1993. – 220 с.
9. Амонашвили Ш. А. Размышления о гуманной педагогике / Амонашвили Ш. А. – М. : Изд. дом Ш. Амонашвили, 1995. – 496 с.
10. Андрусенко Н. В. Вивчення засобів вимірювальної техніки на уроках фізики в основній школі / Андрусенко Н. В., Нижник В. Г., Цоколенко О. А. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 3 – 18.
11. Андрушко Л. М. Электронные и квантовые приборы СВЧ. [учебник для вузов] / Андрушко Л. М., Бурмистенко В. М. – М. Связь, 1974. – 192 с.
12. Анісімов І. О. Організація самостійної роботи студентів при вивченні загальних курсів радіоелектронного циклу / Анісімов І. О., Кельник О. І., Левитський С. М. // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики та астрономії. – К.-Подільський: КПДУ, 2003. – Вип. 9. – С. 86 – 88.
13. Анохин П. К. Философские теории функциональной системы / Философские проблемы биологии. / П. К. Анохин – М.: Политиздат, 1973. – С. 81 – 265.

14. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн : [учебник для вузов] / [Ерохин Г. А., Чернышев О. В., Козырев Н. Д., Кочержевский В. Г.] ; под ред. Ерохина Г. А. – М. : Радио и связь, 1996.– 352 с.
15. Араб-Оглы Е. А. Обозримое будущее: Социальные последствия НТР: год 2000. / Е. А. Араб-Оглы – М.: Мысль, 1986. – 205 с.
16. Архипова С. П. Сучасні підходи до вирішення проблем університетської освіти / Архипова С. П. // Вісник Черкаського університету. Вип. 23. : серія “Педагогічні науки”. – Черкаси: ЧДУ, 2001. – 156 с. – С. 3 – 7.
17. Атаманчук П. С. Освітній прогноз як засіб перебудови системи фізичної освіти / Атаманчук П. С. // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського державного педагогічного університету: Серія педагогічна: Модель середньої фізичної освіти в умовах переходу на 12-річний термін навчання – Коломия : ВТП “Вік”, 2001. – С.14 – 18.
18. Атаманчук П. С. Основи нової технології навчання фізики в середній школі / Атаманчук П. С., Сергеев О. В., Павленко А. І. // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського держ. пед. інституту. Серія фізико-математична. Випуск 2. – К-ПДПІ, 1995. – С. 328 – 345.
19. Атаманчук П. С. Цілезорієнтована пошуково-креативна діяльність як механізм забезпечення результативності в навчанні фізиці / Атаманчук П. С., Семерня О. М. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 18 – 27.
20. Атаманчук П. С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. / Атаманчук П. С. – Кам’янець-Подільський: К-ПДПУ, 1999. – 174 с.
21. Ахутин А. В. История принципов физического эксперимента (от античности до XVII в.) / Ахутин А. В. – М. : Наука, 1976. – 292 с.
22. Барабанщиков А. В. Проблемы педагогической культуры преподавателей вузов. К вопросу о сущности педагогической культуры / А. В. Барабанщиков // Сов.педагогика.- 1981.- №1.- С.54-58.
23. Барбина Е. С. Формирование педагогического мастерства в системе непрерывного педагогического образования : дис. ... д-ра пед. наук : спец. 13.00.04 / Барбина Е. С. – К., 1997. – 471 с.
24. Барлекс Д. Технологическое образование в школах Великобритании / Д. Барлекс, Д. Питт // Школа и производство.– 1999. - № 5. – С.93-95
25. Батушев В. А. Электронные элементы ВТС / Батушев В. А. – М., 1984. – 423 с.
26. Баханов К. О. Інноваційні системи, технології та моделі навчання історії в школі: [монографія] / Баханов К. О. – Запоріжжя: Просвіта, 2003. – 160 с.
27. Башарин В. Ф. Педагогическая технология: что это такое? / Башарин В. Ф. // Специалист – 1993. – № 3. – С. 16 – 19.

28. Бевз Г. П. Методика викладання математики / Бевз Г. П. – К. : Вища школа, 1977. – 373 с.
29. Бендес Ю. П. Електронний блок керування кроковим електродвигуном / Ю. П. Бендес, І.В. Завадський., А.М Шусть, А.М. Щасний, П. Г. Лизогуб // Матеріали 7-го Міжнародного молодіжного форуму «Радиоелектроника и молодежь в XXI веке». – Харків, 2003. – с. 275.
30. Бендес Ю. П. Використання цифрових технологій при проведенні лабораторної роботи “Дослідження електростатичного поля” / Ю. П. Бендес, В. А. Струць, А.В. Примаков // Наукові записки: матеріали звітної наукової конференції викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету. 29 березня 2005 року. – Полтава, 2005. – С. 27–29.
31. Бендес Ю. П. Вимірювач переміщень на базі персонального комп’ютера / Ю. П. Бендес, О.А. Сердюк, А.О. Путря, Д.І. Дядик, П.Г. Лизогуб // Матеріали 7-го Міжнародного молодіжного форуму «Радиоелектроника и молодежь в XXI веке». – Харків, 2003. – с. 276.
32. Бендес Ю. П. Величини та формули в елементарній фізиці / Ю. П. Бендес, О. П. Руденко, О. В. Дударенко // Наукові записки : Серія фізико-математична (до 80-річчя фіз.-мат. факультету Полтавського педагогічного інституту). – Полтава, 1999. –С. 99 – 101.
33. Бендес Ю. П. Використання засобів сучасної мікроелектроніки й комп’ютерної техніки в навчальному експерименті з фізики / Ю. П. Бендес // Науково-методичний журнал “Фізика та астрономія в школі” – 2012. – № 8 – С. 33 – 38.
34. Бендес Ю. П. Використання інноваційних технологій навчання при формуванні уявлень про будову речовини / Ю. П. Бендес // Науково-методичний журнал “Фізика та астрономія в школі” – 2006. – № 1 (50) – С. 20 – 23.
35. Бендес Ю. П. Використання інноваційних технологій навчання при формуванні уявлень про будову речовини / Ю. П. Бендес // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 27 – 39.
36. Бендес Ю. П. Використання інформаційних технологій у процесі навчання фізики в технічних навчальних закладах: [монографія] / Бендес Ю. П. – Полтава: – Видавець Шевченко Р. В., 2011. – 357 с.
37. Бендес Ю. П. Використання інформаційно-телекомунікаційних технологій в навчальному експерименті з фізики / Ю. П. Бендес, В. Д. Сиротюк // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П. С. Атаманчук (голова, наук . ред.) та ін.]. – Кам’янець-Подільський : Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 103 – 106.
38. Бендес Ю. П. Використання комп’ютерних технологій при вивченні теми “Хвильові властивості світла” / Ю. П. Бендес, В. Д. Сиротюк //

Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : Випуск 18: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 12 – 17.

39. Бендес Ю. П. Використання комп'ютерних технологій при вивченні змістовного модуля “Інтерференція, дифракція, поляризація світла” / Ю. П. Бендес // Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції. “Актуальні питання теоретичної та прикладної біофізики, фізики та хімії” “БФФХ – 2008”. – Севастополь, 2008. – С. 254 – 257.

40. Бендес Ю. П. Використання контрприкладів при викладанні математики та фізики / Бендес Ю. П., Бендес Н. О. // Наукові записки Полтавського державного педагогічного університету ім. В. Г. Короленка : Серія фізико-математична. – Полтава, 2002. – С. 144 – 149.

41. Бендес Ю. П. Використання методу проектів в процесі підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій / Ю. П. Бендес // Наукові записки : [збірник наукових статей] М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова ; укл. Л. Д. Макаренко. : – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – Випуск СІ (101). – 283 с. – (Серія педагогічні та історичні науки). – С. 11 – 17.

42. Бендес Ю. П. Використання цифрових технологій при проведенні лабораторної роботи “Дослідження термо-ЕРС різномірних металів” / В. А. Струць, А. О. Москаленко, О. І. Піхуля // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. Збірник наукових праць. Випуск V. Том 2. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2005. – С. 35 – 38.

43. Бендес Ю. П. Використання цифрових технологій при проведенні лабораторної роботи “Дослідження світловипромінюючого діода” / Ю. П. Бендес // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. Випуск 30. Серія : Педагогічні науки. – Чернігів, 2005. – С. 14 – 17.

44. Бендес Ю. П. Вимірвач переміщень на базі персонального комп'ютера / Ю. П. Бендес, В. М. Нестеренко, О. А. Сердюк // Матеріали міжнародної конференції, присвяченої 200-річчю з дня народження М. В. Остроградського. – Полтава, 2001. – С. 57 – 58.

45. Бендес Ю. П. Впровадження елементів захисту інформації у курс фізики / А. О. Москаленко, В. А. Струць, Ю. П. Бендес // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Кредитно-модульна технологія навчання та методичне забезпечення контролю якості успішності” – Полтава, 2006. – 162 с.

46. Бендес Ю. П. Впровадження нових форм організації навчального процесу / Ю. П. Бендес, І. І. Тичина // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Кредитно-модульна технологія навчання та методичне забезпечення контролю якості успішності”. – Полтава, 2006. – С. 10 – 11.

47. Бендес Ю. П. Дистанційне керування презентаціями на комп'ютері / Ю. П. Бендес // Науковий часопис Національного педагогічного університету

імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : Випуск 11: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 33 – 40.

48. Бендес Ю. П. Досвід використання комп'ютерних технологій при викладанні курсу фізики / Ю. П. Бендес // “Імідж сучасного педагога”. – 2003. – №1 (30). – С. 54 – 55.

49. Бендес Ю. П. Міжпредметні зв'язки дисциплін «Фізика» та «Вимірювальні технології» в умовах здійснення підготовки учнів до вступу у вищі навчальні заклади / Ю. П. Бендес, В.А. Струць, А.О. Москаленко // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Кредитно-модульна технологія навчання та методичне забезпечення контролю якості успішності»; 24-25 січня. –Полтава, 2006. – С. 87–88.

50. Бендес Ю. П. Застосування інноваційних технологій у контексті свободи вибору особистості / Ю. П. Бендес, Г. Ю. Сорокіна // Імідж сучасного педагога. – 2005. –9 – 10 (58 – 59). – С. 13 – 16.

51. Бендес Ю. П. Застосування методу контрприкладів для розвитку творчого мислення / Ю. П. Бендес, М. О. Криворучко // Наукові записки Полтавського державного педагогічного університету ім. В. Г. Короленка. Серія фізико-математична. – Полтава, 2002. – С. 10 – 11.

52. Бендес Ю. П. Застосування програмної реалізації електронного цифрового підпису RSA при викладанні дисципліни “Захист інформації в телекомунікаційних системах та мережах” / Ю. П. Бендес, А. О. Москаленко, С. В. Сомов // Збірник наукових праць. Системи обробки інформації. Випуск 9 (49). – Харків, 2005. – С. 112 – 115.

53. Бендес Ю. П. Інновації при вивченні теми “Коливання” / Ю. П. Бендес, Ю. В. Меньшов // Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2010. – №1. – С. 120 – 126.

54. Бендес Ю. П. Інновації щодо вивчення теми “Електромагнітні коливання” Ю. П. Бендес, В. Д. Сиротюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. : Серія педагогічна. : Випуск 14. – Кам'янець-Подільський, 2008. – С. 226 – 231.

55. Бендес Ю. П. Інновації щодо вивчення теми “Спеціальна теорія відносності” / Ю. П. Бендес, В. Д. Сиротюк // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : Випуск 17: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2009. – С. 20 – 27.

56. Бендес Ю. П. Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт з фізики з використанням персонального комп'ютера [навчальний посібник] / Ю. П. Бендес, В.С. Кшнякін. – Суми Полтава : ПВІЗ, 2012 – 60 с.

57. Бендес Ю. П. Лабораторний практикум з фізики з використанням персонального комп'ютера: [навч. - метод. посіб.] / Бендес Ю.П. - Полтава: - Видавництво “Оріяна”, 2007. – 162 с.

58. Бендес Ю. П. Лабораторний практикум з фізики на базі персонального комп'ютера : [навчальний посібник] / Ю. П. Бендес. – Полтава :

ПВІЗ, 2004 – 100 с.

59. Бендес Ю. П. Методичні аспекти використання інноваційних технологій в процесі формування інструментальних компетенцій при вивченні фізики / Ю. П. Бендес // Наукові записки : [збірник наукових статей] М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова ; укл. Л. Д. Макаренко. : – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – Випуск СІІ (102). – 286 с. – (Серія педагогічні та історичні науки). – С. 24 – 31.

60. Бендес Ю. П. Реалізація міжпредметних зв'язків розділів “Геометрична оптика” та “Технічні канали витоку інформації” / Ю. П. Бендес, А. О. Москаленко, Ю. І. Мазнюк // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. Випуск VI, том 3. – Кривий Ріг, 2006. – С. 110 – 114.

61. Бендес Ю. П. Роль контрприкладів у розвитку творчого мислення / Ю. П. Бендес, О. І. Піхуля // Матеріали міжнародної конференції “Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти”. – Херсон : ХІПІ, 2002. – С. 154 – 155.

62. Бендес Ю. П. Система оцінювання досягнень майбутніх фахівців телекомунікацій в умовах компетентнісної освіти / Ю. П. Бендес // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : Випуск 11: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 33 – 40.

63. Бендес Ю. П. Теоретичний аналіз специфіки професійної підготовки майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі / Ю. П. Бендес // Наукові записки : [збірник наукових статей] М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова ; укл. Л. Д. Макаренко. : – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – Випуск С (100). – 286 с. – (Серія педагогічні та історичні науки). – С. 27 – 41.

64. Бендес Ю. П. Тестування успішності навчання / Ю. П. Бендес, І. І. Тичина, І В. Тхоржевський // Матеріали другої Всеукраїнської науково-практичної конференції “Інноваційні технології навчання в сучасній дидактиці вищої школи”. – Полтава, 2007. – С. 107 – 108.

65. Бендес Ю. П. Удосконалення методики вивчення газових законів / Ю. П. Бендес, А. О. Путря, Ю. О. Стороженко, Ж. М. Веровенко // Збірник матеріалів IV Всеукраїнської науково-практичної конференції “Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі”. – Кривий Ріг, 2004. – С. 30 – 33.

66. Бендес Ю. П. Упровадження інформаційно-телекомунікаційних технологій у систему оцінювання результатів навчання / Ю. П. Бендес. – Постметодика. – 2012. – №1. – С. 26–28.

67. Бендес Ю. П. Фізика. Електрика і магнетизм [навчальний посібник] / Ю. П. Бендес, М. Г. Кузьменко, Р. І. Шматкова. – Полтава : ПВІЗ, 2004 – 184 с

68. Бендес Ю. П. Фізика. Методичні вказівки та контрольнотренувальні вправи для студентів-заочників : [навчальний посібник] / Ю. П. Бендес – Полтава : ПВІЗ, 2002. – 147 с.
69. Бендес Ю.П. Міжпредметні зв'язки фізики та математики при вивченні теми “Електромагнітні коливання” з використанням комп'ютерних технологій / Сиротюк В.Д. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 19: збірник наукових праць / за ред. Сиротюка В. Д. – К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. – С. 29 –36.
70. Бендес Ю.П. Реалізація міжпредметних зв'язків фізики і метрології у професійній підготовці фахівців зв'язку вищих технічних закладів освіти / Сорокіна Г.Ю. // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2006. – № 6. – С. 72–80.
71. Бендес Ю.П. Використання комп'ютерних технологій при вивченні курсу “Волоконно-оптичні системи передачі”/ Сиротюк В. Д. // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету [Текст]. Вип. 89 / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів : ЧНПУ, 2011. – (Серія: Педагогічні науки). –С. 207–210.
72. Бендес Ю.П. Використання комп'ютерних технологій при вивченні процесів аналогово-цифрового перетворення / Сиротюк В. Д. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Педагогічна / [редкол.: П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін .]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – Вип. 17: Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія. – С. 193 – 195.
73. Бендес Ю.П. Використання комп'ютерних технологій при виконанні лабораторних робіт з фізики / Белінський Б.С., Піхуля О.І. // Формування загальнолюдських та національних цінностей в учнів і студентів під час вивчення природничо-математичних дисциплін: збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. – Херсон, 2003. – С. 11 – 12.
74. Бендес Ю.П. Дослідження процесів аналого-цифрового перетворення за допомогою комп'ютерного моделювання / Горбенко Р.А., Корж Ю.М., Сомов С.В. // Системи обробки інформації. збірник наукових праць. – Випуск 5 (95). – Х. : Вид-во ХУ ПС імені Івана Кожедуба, 2011. – С. 27–30.
75. Бендес Ю.П. Использование технологии Web 2.0 при организации учебной деятельности студентов технических университетов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». Концепт. – 2013. – № 4 (апрель). – 0,4 п. л. – URL: http://www.covenok.ru/koncept/article/913/2013_aprel_art13082.html. – Гос. рег. Эл № ФС 77- 49965. – ISSN 2304-120X.
76. Бендес Ю.П. Комп'ютерне моделювання світлових явищ, які відбуваються на межі розділу двох середовищ // Пед. пошук. – 2010. – № 5. – С.

76 – 79.

77. Бендес Ю.П. Организация учебной деятельности по физике студентов технических университетов с использованием информационно-коммуникационных технологий / Научно-методический электронный журнал «Концепт». Концепт. – 2012. – № 12 (декабрь). – ART 12184. – 0,4 п. л. – URL: <http://www.covenok.ru/koncept/2012/12184.htm>. – Гос. рег. Эл № ФС 77- 49965. – ISSN 2304-120X.

78. Бендес Ю.П. Організація і активізація навчальної діяльності студентів за допомогою технології Web 2.0 // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету [Текст]. Вип. 89 / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка; гол. ред. Носко М. О. – Чернігів : ЧНПУ, 2011. – (Серія: Педагогічні науки). С. 211–214.

79. Бендес Ю.П. Педагогический эксперимент для проверки эффективности методической системы использования инновационных технологий в процессе обучения физике в технических учебных заведениях // Научный журнал «Вестник Удмуртского университета», серия «Философия. Психология. Педагогика» № 1 2013 г. – URL: http://vestnik.udsu.ru/2013/2013-031/vuu_13_031_10.pdf

80. Бендес Ю.П. Современные информационные технологии в организации и управлении учебного процесса / Колывушка Н.И.// Сборник научных статей по материалам I Международной научно-практической интернет-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Проблемы управления процессами модернизации современной экономики» / Майкопский государственный технологический университет – Майкоп, 2013. – С. 13 – 22.

81. Бендес Ю.П. Удосконалення процесу навчання фізики майбутніх інженерів телекомунікаційного профілю // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету [Текст]. Вип. 99 / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів : ЧНПУ, 2012. – (Серія: Педагогічні науки). – С. 159–162.

82. Bendes Yu. Studying the “Semiconductors” theme with the use of computer technologies / Глобальний відкритий освітній ресурс Connexions (cnx.org, Rice University, TX, USA) <http://cnx.org/content/m45248/latest/>

83. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии / Беспалько В. П. – М. : Педагогика, 1989. – 302 с.

84. Благовещенский Д. В. Радиосвязь и электромагнитные помехи : [учеб. пособие] / Благовещенский Д. В. – /СПб. : ГУАП., 2002. – 70 с.

85. Благодаренко Л. Ю. Формування готовності учнів до самоосвіти у процесі самостійної роботи / Благодаренко Л. Ю., Мініч Л. В., Шут М. І. // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. : Випуск 38 – Херсон : Видавництво ХДУ, 2005. – С. 62 – 67.

86. Бова Н. Т. Антенны и устройства СВЧ / Бова Н. Т. , Резников Г. Б. – М. : Издательское объединение “Высшая школа”, 1977. – 260 с.

87. Богданов І. Т. Вибрані питання методики навчання загальної фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі / Богданов І. Т. – К. :

Четверта хвиля, 2005. – 207 с.

88. Богданов І. Т. Самостійна робота студентів у процесі вивчення електротехніки в педагогічних Вузах / Богданов І. Т. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 39 – 48.

89. Богданов І. Т. Фізичні основи електротехніки : Тести та творчі завдання : [навчальний посібник + CD] / Богданов І. Т. – К. : Четверта хвиля, 2007. – 172 с.

90. Бойко В. І. Схемотехніка електронних систем. Кн. 2. Цифрова схемотехніка : [підручник] / Бойко В. І. – К. : Вища шк., 2004. – 423 с.

91. Бойко В. І. Схемотехніка електронних систем. Кн. 3. Мікропроцесори та мікроконтролери : [підручник] / Бойко В. І. – К. : Вища шк., 2004. – 399 с.

92. Бойко В. І. Основи схемотехніки електронних систем : [підручник] / Бойко В. І. – К. : Вища шк., 2004. – 527 с.

93. Бойко М. П. Гуманізація фізичної освіти: мета чи засіб ? / Бойко М. П. // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – № 2. – С. 8 – 10.

94. Болюбаш Я. Організація навчального процесу у вищих закладах освіти : навч. посіб. для слухачів закл. підвищ. кваліфікації системи вищої освіти / Яків Болюбаш. – К. : ВВП «КОМПАС», 1997. – 64 с.

95. Бондар В. Дидактичне забезпечення управління процесом навчання / Володимир Бондар // Освіта і упр.– 1997.– № 2.– С. 85–101.

96. Бондар В. І. Модульно-рейтингова технологія вивчення навчальної дисципліни (на матеріалі дидактики) / Бондар В. І. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 1999. – 49 с.

97. Бондар В. І. Теорія і практика модульного навчання у вищих закладах освіти / Бондар В. І. // Освіта і управління. – 1999. – № 1. – Т. 3. – С. 12 – 15.

98. Бондар В. І. Теорія і технологія управління процесом навчання в школі / Володимир Іванович Бондар. – К. : М-во освіти України, АПН України, НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2000. – 191 с.

99. Бондарев В. Н. Цифровая обработка сигналов: методы и средства : [учеб. пособие для ВУЗов] / Бондарев В. Н. – Севастополь : изд. СевГТУ, 1999. – 398 с.

100. Бондаревская Е. В. Гуманистическая парадигма личностно-ориентированного образования / Е. В. Бондаревская // Педагогика. – 1997. – №4. – С. 11 – 17.

101. Бондарчук Ю. Удосконалення форм і методів навчання відповідно до вимог Болонського процесу / Ю. Бондарчук, Г. Чуйко, Н. Чуйко. – // Вища школа. – 2005. – №2. – С. 35 – 41.

102. Бондарь В. И. Управленческая деятельность директора школы : дидактический аспект / Владимир Иванович Бондар. – К.: Рад. шк., 1987. – 157 с.

103. Борзенков В. Л. СДИ как средство решения управленческих проблем. / В. Л. Борзенков, О. Г. Прикот – М.: РАМАБ, 1995. – 90 с.
104. Бочарнікова В. М. Стимулююча функція контролю знань, умінь і навичок студентів вищої школи : дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / Бочарнікова В. М. – Черкаси, 1999. – 199 с.
105. Браммер И. В. Импульсные устройства / Браммер И. В. – М. : Сов. радио, 1988. – 417 с.
106. Бронштейн И. Н. Справочник по математике. / Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. – М. : Наука, 1981. – 720 с.
107. Брунер Дж. Психология познания Пер. с англ. / Дж. Брунер - М.: Прогресс, 1977. – 413 с.
108. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе : [учебное пособие для студентов пед. ин-тов. по физ.-мат. спец.] / Бугаев А. И. – М. : Просвещение, 1981. – 288 с.
109. Бугайов О. І. Стандарт шкільної фізичної освіти та способи його розробки // Стандарти фізичної освіти в середній школі України : Матеріали науково-методичної конференції / Бугайов О. І. ; упорядники: В. Ф. Савченко й ін. – Чернігів, 1996. – С. 12 – 14.
110. Бугайов О. Про критерії державного стандарту / Бугайов О., Садовий М. // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – №4. – С.15 – 18.
111. Бугайов О. І. Вважаю, потрібно чинити так... (Концепція фізичної освіти у середній загальноосвітній школі України) / Бугайов О. І. // Рідна школа . – 1993. – № 1. – С.34 – 37.
112. Булах І. Є. Теорія і методика комп'ютерного тестування успішності навчання (на матеріалах медичних навчальних закладів) : дис. ... д-ра пед. наук : спец. 13.00.01 / Булах І. Є. – К., 1995. – 430 с.
113. Булычев А. Л. Электронные приборы / Булычев А. Л. : – ВИ, 1982. – 416 с.
114. Бурлачук Л. Ф. Психодиагностика: Учебник для вузов. / Л. Ф. Бурлачук –СПб.: Питер, 2005. – 351 с.
115. Бушманов Б. Н. Физика твердого тела / Бушманов Б. Н., Хромов Н. А. – М. : Высшая школа, 1985. – 275 с.
116. Бушок Г. Ф. Курс фізики : [навч. посібник] : у 2 кн. : Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм / Бушок Г. Ф, Левандовський В. В, Півень Г. Ф. – К. : Либідь, 2001. – 448 с.
117. Бушок Г. Ф. Курс фізики : [навч. посібник]: у 2 кн. : Кн. 2. Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика і термодинаміка / Бушок Г. Ф, Левандовський В. В, Півень Г. Ф. – К. : Либідь, 2001. – 424 с.
118. Быков И. Б. Радиодетали ВАС / Быков И. Б. –М. : ВИ, 1971. – 391 с.
119. Бьюзен Т. Супермышление / Бьюзен Т. и Б. – Мн.: ООО “Попурри”, 2003. – 304 с.
120. Вазина К. Я. Саморазвитие личности и модульное обучение. / Вазина К. Я. – Н. Новгород, 1991. – 122 с.

121. Валицкая А. П. Философские основания современной парадигмы образования / Валицкая А. П. // Педагогика. – 1997. – № 3 – С. 15 – 19.
122. Васенко А. А. Микропроцессорные БИС и микро-ЭВМ: Построение и применение / Васенко А. А., Воробьев Н. М. и др.; под ред. Васенкова А. А. – М. : Сов. Радио, 1980. – 280 с.
123. Васильева Л. Д. Напівпровідникові прилади : [підручник] / Васильева Л. Д., Медведенко Б. І., Якименко Ю. І. – К. : ІВЦ “Видавництво Політехніка”, 2003. – 388 с.
124. Ващенко О. П. Місце і роль опорного конспекту в навчальному процесі підготовки вчителя фізики / Ващенко О. П., Чайковська О. В. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 59 – 65.
125. Великий тлумачний словник сучасної української мови / [укл. і голов.ред. В. Т. Бусел.]. – К. ; Ірпінь: ВТФ Перун, 2002. – 1440 с.
126. Величко С. П. Діяльнісний підхід у розкритті сучасних уявлень про систему шкільного фізичного експерименту / Величко С. П., Сальник Т. В. // Проблеми освіти : Наук.-метод. зб. – К. : ІЗМН, 1998. – Вип.16. – С. 223 – 229.
127. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі / Величко С. П. – Кіровоград, 1998. – 302 с.
128. Величко С. П. Сучасні проблеми дидактики фізики та перспективні напрямки їх вирішення / Величко С. П. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 65 – 71.
129. Виртуальная физика : [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://stratum.pstu.ac.ru/rus/products/vphysics/page2.html>.
130. Відеозаписи лекцій Каліфорнійського університету в Берклі на YouTube: [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://youtube.com/ucberkeley>.
131. Вітюк В. В. Розвиток професійно-особистісних якостей вчителя - предметника у системі післядипломної освіти : дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.04. / Вітюк В. В. – К., 2000. – 196 с.
132. Волинський В. П. Використання відеоінформації як засобу навчання / Волинський В. П. // Педагогіка і психологія. – 1995. – №3(8). – С. 73 – 76.
133. Волинський В. П. Технічні засоби навчання фізики в школі / Волинський В. П., Коршак Є. В., Сердюк А. В. – К. : Рад. школа, 1977. – 128 с.
134. Волновая оптика : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.college.ru/enportal/waveoptics/content/content.html>.
135. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств / Волович Г. И. – М. : Издательский дом “Додека-XXI”,

2005. – 528 с.

136. Вольман В. И. Техническая электродинамика : учебник / Вольман В. И., Пименов Ю. В. – М. : Радио и связь, 2000. – 481с.

137. Выготский Л. С. Детская психология // Собр. соч.: В 6-ти т. / Л. С. Выготский – М.: Педагогика, 1984. Т. 4. – 432 с.

138. Гайдучок Г. М. Фронтальний експеримент з фізики в 7–11 класах середньої школи : посібник для вчителя / Гайдучок Г. М., Нижник В. Г. – К. : Радянська школа, 1989. – 175 с.

139. Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра напрямку підготовки 0924 Телекомунікації. – Офіц. вид. – К. – 2001. – 113 с.

140. Гаранин М. В. Системы и сети передачи информации / Гаранин М. В., Журавлёв В. И., Кунегин С. В. – М. : Радио и связь, 2001. – 336 с.

141. Гёлль П. Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс / Гёлль П. – М. : ДМК Пресс, 2001. – 134 с.

142. Гёлль П. Как превратить персональный компьютер в универсальный программатор / Гёлль П. – М. : ДМК Пресс, 1999. – 144 с.

143. Генике Е. Как преподавать студентам, которые не хотят учиться? / Е. Генике // Вестник высшей школы. – 1999. – №10. – С. 26 – 27.

144. Гершензон Е. М. Радиотехника / Гершензон Е. М. : Просвещение, 1986. – 280 с.

145. Гершунский Б. С. Основы электроники и микроэлектроники : [учебник] / Б. С. Гершунский – К. : ВШ, 1989. – 423 с.

146. Гершунский Б. С. Прогнозирование содержания обучения в техникумах. / Б. С. Гершунский – М.: Высшая школа, 1980. – 144 с.

147. Глазунов А. Т. Методика преподавания физики в средней школе: Электродинамика нестационарных явлений. Квантовая физика : [пособие для учащихся] / А. Т. Глазунов, И. И. Нурминский, А. А. Пинский ; под ред. А. А. Пинского. – М. : Просвещение, 1989. – 272 с.

148. Глинянюк Н. В. Підвищення психологічної компетентності педагогів у системі після дипломної освіти/ Н. В. Глинянюк //Тенденції розвитку методичної роботи в системі після дипломної освіти: Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. -Івано-Франківськ: ОППО. – 2003. – С.60 – 64.

149. Голенкова Ж. К. Руководство по архитектуре IBM PC AT / Голенков Ж. К., Заблоцкий А. В. и др. ; под ред. Мархасина М. Л. – М. : ООО “Консул”, 1992. – 949 с.

150. Голин Г. М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы : [кн. для учителя] / Голин Г. М. – М. : Просвещение, 1987. –127 с.

151. Гольдфарб Н. И. Сборник вопросов и задач по физике / Гольдфарб Н. И. – К. : Вища шк., 1986. – 311 с.

152. Гомулина Н. Н. Виртуальная “On-line лаборатория по физике”. Проблемы использования современных телекоммуникационных технологий в процессе обучения физике. / Н. Н. Гомулина, Е. И. Андреева // Физика:

Приложение к газете “Первое сентября” №18/2002 – С. 1 – 3.

153. Гомулина Н. Н. Применение новых информационных и телекоммуникационных технологий в школьном физическом и астрономическом образовании : дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.02 / Гомулина Наталия Николаевна – Москва, 2003. – 239 с.

154. Гончаренко С. Концептуальні основи державного стандарту загальної середньої освіти / Гончаренко С., Ляшенко О., Мальований Ю., Савченко О. // Фізика та астрономія в школі. – 1996. – № 1. – С. 6–10.

155. Гончаренко С. Стандарти шкільної фізичної освіти / Гончаренко С., Волков В., Коршак Є., Бугайов О., Юрчук І. // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – № 2. – С. 2-8.

156. Гончаренко С. У. Методика навчання фізики в середній школі. Коливання і хвилі. Оптика. Теорія відносності. Фізика атомного ядра / Гончаренко С. У., Розенберг М. І. – К. : Радянська школа, 1974. – 239 с.

157. Гончаренко С. У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики: Посібник для вчителя. / С. У. Гончаренко – К.: Рад. шк., 1990. – 208 с.

158. Гончаренко С. У. Методика як наука / С. У. Гончаренко // Шлях освіти. – 2000. – № 1. – С.2–6; №2. – С.5 – 11.

159. Гончаров С. А. Теоретические основы и методы исследования квантово-оптических устройств. Ч.1. Принципы построения лазеров / Гончаров С. А., Стрелков А. И. – Х. : МО СССР, 1990. – 196 с.

160. Гончарова О. Н. Теоретико-методические основы личностно-ориентированной системы формирования информатических компетентностей студентов экономических специальностей : дис. д-ра пед. наук : 13.00.04 / Оксана Николаевна Гончарова. Симферополь, 2007, – 444 с.

161. Гончарук С. К. Концептуальная модель интеллектуального взаимодействия в обучающих системах / Гончарук С. К., Жук Ю. А., Тимофеев Г. Ю. // Вестник КПИ. : Серия : Автоматика и приборостроение. – 1993. – №30. – С. 132 – 138.

162. Гордиенко Т. П. Роль самостоятельной работы студентов на современном этапе развития образования в Украине / Гордиенко Т. П., Лагунов И М, Сиротюк В. Д. // Матеріали міжнародної конференції “Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти”. – Херсон : Видавництво ХДУ, 2002. – С. 164 – 165.

163. Гордієвський В.М. Технічні засоби навчання / В. М. Гордієвський, Д. В. Петухов. – Шадринськ : ШГПИ, 2006. – 152 с.

164. Готская И. Б. Методическая система обучения информатике студентов педвузов в условиях рыночной экономики. – Дис.... д-ра пед. наук. / И. Б. Готская – СПб., 1999. – 406 с.

165. Григорчук О. М. Вплив наочності на розвиток мислення учнів / Григорчук О. М., Корсун І. В. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид.

НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 83 – 91.

166. Гриньова М. В. НОТ в управлінні навчальним закладом. Інформаційні технології в освіті : навч.-метод. посіб. / Марина Вікторівна Гриньова. – Полтава : ПДПУ, 2006. – 74 с.

167. Гришина Н. П. Развитие профессиональной компетентности методистов ИПК в процессе практической деятельности : автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.08 “Теория и методика профессионального образования” / Гришина Н. П. – Ин-т образования взрослых РАО. – СПб, 1997. – 21 с

168. Гудкова С. А. Проектирование и реализация технологий формирования профессиональной компетентности программистов при обучении иностранному языку в колледже: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.08. “Теория и методика профессионального образования» / Гудкова С. А. – Тольяттинский госуниверситет. – Тольятти, 2002. – 24 с.

169. Гусак А. А. Справочник по высшей математике / Гусак А. А., Гусак Т. М. – Минск : Наука і тэхніка, 1991. – 480 с.

170. Гусева Г. В. Курс физики / Гусева Г. В. – Рязань : изд. Рязанского ВВКУС, 1976. – 446 с.

171. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения: Опыт теоретического и эмпирического психологического исследования. / В. В. Давыдов – М.: Педагогика, 1986. – 240 с.

172. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения. / В. В. Давыдов – М. : ИНТОР, 1996. – 544 с.

173. Дахин А. Н. Компетенция и компетентность: Сколько их у российских школьников. / А. Н. Дахин // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2004. – №2 (март – апрель). – С.42 – 47.

174. Де Ландшеер М. Концепция “минимальной компетентности” / Де Ландшеер //Перспективы. –1988. – №1. – С.27 – 38.

175. Демонстрационные опыты по оптике и строению атома / [Огородников Г. Ф., Башкатов М. П., Попов И. В., Ростовцев Н. М.]. – М. : Просвещение, 1967. – 174 с.

176. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. : ДСанПіН 3.3. 2.007-98. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.uazakon.com/big/>.

177. Детлаф А. А. Курс физики / Детлаф А. А., Яворский Б. М. – М. : Высшая школа, 1989. – 607 с.

178. Джонс Дж. Методы прогнозирования. / Дж. Джонс – М.: Мир, 1986. – 524 с.

179. Дидактические основы применения экранно-звуковых средств в школе / [под. ред. Прессмана Л. П.]. – М. : Просвещение, 1987. – 150 с.

180. Дидусь Н. И. Формирование самостоятельности как профессионально значимого качества личности будущего учителя : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. пед. наук : спец. 13.00.01 / Н. И. Дидусь – К., 1988. – 23 с.

181. Дінділевич Є. М. Використання комп'ютерних технологій у викладанні фізики / Дінділевич Є. М. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 106 – 109.
182. Дон О. М. Вибір і поєднання методів навчання вчителями предметів природничо-математичного циклу : дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.04. / Дон О. М. – Одеса, 2000. – 248 с.
183. Дорфман Я. Г. Всемирная история физики / Дорфман Я. Г. – М. : Изд-во ЛКИ, 2007. – 320 с.
184. Дружинин В. Н. Психология общих способностей. / В. Н. Дружинин – СПб. : питер Ком, 1999. – 368 с., 351
185. Дубовик В. П. Вища математика / Дубовик В. П., Юрик І. І. – Київ : Видавництво А.С.К., 2003. – 540 с.
186. Економіка України. [Електронний ресурс] – Режим доступу : www.wikipedia.uk/m/wikipedia.org/wiki/Економіка_України
187. Ельянов М. М. Особенности распространения волн различной длины [Электронный ресурс] / Ельянов М. М. – Режим доступа : http://www.olderadioclub.ru/raznoe/raznoe_08.html
188. Єлькін М. В. Формування професійної компетентності майбутнього вчителя географії засобами проектної діяльності : дис ... канд. пед. наук : спец. 13.00.04 / Єлькін Марк Веніамінович – Бердянськ, 2004. – 199 с.
189. Єчкало Ю. В. Комп'ютерне моделювання як засіб формування теоретичних знань з фізики / Єчкало Ю. В. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 115 – 120.
190. Жалдак М. І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: Посібник для вчителів М. І. Жалдак, В. В. Лапінський, М. І. Шут - К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2004. – 352 с.
191. Живая Физика. Учебно-методический комплект [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.int-edu.ru/object.php?m1=3&m2=2&id=202>.
192. Життєва компетентність особистості / [за ред. Л. В. Сохань]. – К. : Богдана, 2003. – 520 с.
193. Життєва компетентність особистості: від теорії до практики : наук.-метод. посіб. / [за ред. І. Г. Єрмакова]. – Запоріжжя : Центріон, 2005. – 640 с.
194. Жук Ю. О. Деякі питання гуманітаризації шкільної фізичної освіти / Жук Ю. О. // Дидактичні проблеми фізичної освіти в Україні: Матеріали науково-практичної конференції. – Чернігів: ЧДПУ, 1998. – С. 31 – 33.
195. Жук Ю. О. Роль засобів навчання у формуванні навчального середовища / Ляшенко О. І., Федяєва А.М. // Нові навчальні технології : наук. – метод. збірник, вип. 22 – К. : ІЗНП, 1998. – 192 с.

196. Жураковський Ю. П. Теорія інформації та кодування / Жураковський Ю. П., Полторак В. П. – К. : Вища школа, 2001. – 255 с.
197. Закон України “Про освіту” № 1060-XII, із змінами від 11 червня 2008 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.osvita.org.ua/pravo/law_00/part_3.html.
198. Закон України “Про вищу освіту” № 2984-III, із змінами від 12 березня 2009 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.osvita.org.ua/pravo/law_05/.
199. Закон України “Про телекомунікації” від 18.11.2003 року № 1280-IV: ост. ред. від 09.02.2010 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1280-15>
200. Засєкіна Т. М. Тенденції розвитку системи дидактичних засобів з фізики / Засєкіна Т. М., Засєкін Д. О. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 137 – 143.
201. Засоби навчання загальноосвітніх навчальних закладів (теоретико–методичні основи) / [Гуржій А. М., Орлова І. В., Шут М. І., Самсонов. В. В.]. – К. : НМЦ засобів навчання, 2001. – 95 с.
202. Зверев И. Д. Состояние и перспективы разработки проблемы межпредметных связей / Зверев И. Д. // Межпредметные связи в процессе преподавания основ наук в средней школе. Ч. 1. / Зверев И. Д. – М. : Просвещение, 1973. – С. 10 – 35.
203. Зязюн І. А. Гуманістична стратегія теорії і практики навчального процесу / Зязюн І. А. // Рідна школа. – 2000. – № 11. – С. 8 – 13.
204. Зязюн І. А. Технологізація освіти як історична неперервність / Іван Андрійович Зязюн // Неперервна пед. освіта : теорія і практика. – 2001. – Вип. 1. – С. 73 – 85.
205. Зязюн І. А. Філософія неперервної освіти / Іван Андрійович Зязюн // Система неперервної освіти : здобутки, пошуки, проблеми : м-ли міжнар. наук.-практ. конф. : у 6-ти кн. – Чернівці : Митець, 1996. – Кн.1. – С. 13.
206. Иванова Л. А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики : [пособие для учителей] / Иванова Л. А. – М. : Просвещение, 1983. – 160 с.
207. Ильин В. А. Технология изготовления печатных плат / Ильин В. А. ; под ред. П. М. Вячеславова. – Л. : Машиностроение, 1984. – 77 с.
208. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2003. – 512 с.
209. Информационно-образовательная среда университета как основа организации учебной и исследовательской деятельности студентов [Электронный ресурс] / А. Н. Микитюк, Л. И. Белоусова, А. Г. Колгатин, Ю. В. Литвинов // Educational Technology & Society – 2008. – №11(3). – Режим доступа : http://ifets.ieee.org/russian/depository/v11_i3/html/8.htm.

210. Іваницький О. І. Психолого-педагогічні та методичні основи самостійної роботи студентів у процесі підготовки майбутнього вчителя фізики / Іваницький О. І., Ткаченко С. П. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету : Серія педагогічна : Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам'янець-Подільський : К-ПДУ, ІВВ, 2005. – С. 133 –136.

211. Іваницький О. І. Теоретичні і методичні основи підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02. / О. І. Іваницький. – К., 2005. – 492 с.

212. Ілляшенко Г. Ю. Вивчення броунівського руху на факультативних заняттях / Ілляшенко Г. Ю. // Методика викладання фізики. Республіканський науково-методичний збірник. – К. : Рад. школа, 1975. – С. 106 –112.

213. Казанская В. Г. Педагогическая психология: Учеб.пособие. / В. Г. Казанская – СПб.:Питер, 2003. – 366 с.

214. Калабеков Б. А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы : [учебник для техникумов связи] / Калабеков Б. А., Мамзелев И. А. – М. : Радио и связь, 1987. – 400 с.

215. Калапуша Л. Р. Моделі в науці та в навчальному процесі з фізики : Частина II / Калапуша Л. Р. // Фізика та астрономія в школі. – 2007. – №3. – С. 13 – 17.

216. Калашников С. Г. Электричество / Калашников С. Г. – М. : Наука, 1985 – 576 с.

217. Каменев В. В. Антенны и распространение радиоволн / Каменев В. В., Виноградов Б. А., Левчук П. Ф. – НВВКУС, 1977. – 320 с.

218. Кармаев А. Г. Инновационные процессы в образовании / Кармаев А. Г. – М. : Абрис, 2000. – 191 с.

219. Карпов Г. В. Технические средства обучения / Карпов Г. В., Романин В. А. – М. : Просвещение, 1979. – 271 с.

220. Касперський А. В. Система формування знань з радіоелектроніки у середній та вищій педагогічній школах. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2002. – 325 с.

221. Кёниг А. Полное руководство по PIC–микроконтроллерам / Кёниг А. и М.; [перевод с немецкого] – М. : МК – прес, 2007. – 256 с.

222. Керниган Б. Язык программирования Си / Керниган Б., Ритчи Д. ; [пер. с англ.]. – СПб. : "Невский Диалект", 2001. – 352 с.

223. Кикоин А. К. Как был взвешен атом / Кикоин А. К. // Квант. – №2. – 1970. – С. 27 – 35.

224. Кириличев А. М. Основы вычислительной техники / Кириличев А. М. – М : Недра, 1988. – 350 с.

225. Кларин М. В. Инновационные модели обучения в современной зарубежной педагогике / Кларин М. В. // Педагогика. – 1994. – № 5. – С. 104 – 109.

226. Кларин М. В. Педагогическая технология в учебном процессе. Анализ зарубежного опыта / Кларин М. В. – М. : Знание, 1989. – 80 с.
227. Кларин М. В. Инновации в мировой педагогике / Михаил Владимирович Кларин. – Рига : Эксперимент, 1998. – 180 с.
228. Клепко С. Ф. «Компетенізація освіти»: обмеження і перспективи / С. Ф. Клепко // Постметодика. – 2005. – № 2. – С. 2 – 8.
229. Клос Є. С. Оптика в демонстраційних дослідах / Клос Є. С., Шульга М. С. – К. : Радянська школа, 1984. – 167 с.
230. Козаков В. А. Самостоятельная работа студентов и ее информационно-методическое обеспечение : [учеб. пособие] / Козаков В. А. – К. : Вища школа, 1990. – 247 с.
231. Козырина О. А. Компетентность современного учителя: современная проблема определения понятия / О. А. Козырина // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2004. – №2. – С.48 – 57.
232. Коменський Я. А. Великая дидактика // Я.А. Коменський, Д. Локк, Ж.-Ж. Руссо, Й. Г. Песталоцци: Педагогическое наследие. М., Педагогика, 1988 . – С. 11 – 106.
233. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / під заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : К.І.С., 2004. – 112 с.
234. Комплекс “eФізика” [Електронний ресурс] / Ю. П. Бендес – Режим доступу : <http://efizika.org.ua/complex/>.
235. Конгер Д. Физика для разработчиков компьютерных игр / Конгер Д . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 520 с.
236. Контролер крокового двигуна [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://Kazus.ru>.
237. Концептуальні засади демократизації та реформування освіти в Україні. Педагогічні концепції / А. Алексюк, О. Вишневський, П. Кононенко та ін. – К. : Школяр, 1997. – 148 с.
238. Концептуальні основи державного стандарту загальної середньої освіти / [Гончаренко С., Ляшенко О., Мальований Ю., Савченко О.] // Фізика та астрономія в школі. – 1996. – № 1. – С. 6 – 10.
239. Концепція підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців для галузі зв'язку та сфери інформатизації до 2007 року [Електронний ресурс] – Режим доступу : www.zakon.nau.ua/doc/?uid=1041.2279.0
240. Кордун Г. Г. Історія фізики : [навч. посібник] / Кордун Г. Г. – К. : Вища школа, 1993. – 280 с.
241. Королев П. Г. Нелинейные радиотехнические устройства. Ч II. Импульсная и цифровая техника / Королев П. Г., Сташук Л. Д. – М. : ВИ, 1984. – 514 с.
242. Корчинский С. М. Моделирование структуры образа идеального и реального учителя на уровне совокупных представлений у различных субъектов педагогического взаимодействия : дис... д-ра пед. наук : спец. 13.00. 04 / Корчинский С. М. – К., 1998. – 420 с.

243. Коршак Є. В. Навіщо і як вивчають фізику / Є. В. Коршак // Фізика та астрономія в школі. – 1996. – № 1. – С.3-6.
244. Коршак Є. В. Особливості вивчення природничих наук в умовах стандартизації освіти / Коршак Є. В., Коршак Н. М., Коршак Т. Є. // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Стандарти загальної середньої освіти. Проблеми, пошуки, перспективи”. – К. : ІЗМН, 1996. – С. 13 – 14.
245. Коршак Є.В. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту: Практикум: Навчальний посібник для педагогічних інститутів. / Є. В. Коршак, Б. Ю Миргородський. – К., Вища школа, 1981. – 280 с.
246. Кохц Дитер. Измерение, управление и регулировка с помощью PIC–микроконтроллеров / Дитер Кохц – М. : МК – пресс, 2006. – 304 с.
247. Краснова Г. А. Технологии создания электронных обучающих средств / Г.А. Краснова, М.И. Беляев, А.В. Соловов. – М. : МГИУ, 2001. – 224 с.
248. Кремень В. Г. Освіта і наука України : шляхи модернізації (факти, роздуми, перспективи) / Василь Григорович Кремень. – К. : Грамота, 2003. – 216 с.
249. Кугушев А. М. Основы радиоэлектроники (Линейные электромагнитные процессы) / Кугушев А. М., Голубева А. С. – М. : Энергия, 1969. – 880с.
250. Кудрявцев П. С. История физики. Т. III. От открытия квант до квантовой механики / Кудрявцев П. С. – М. : Просвещение, 1971. – 424 с.
251. Кузьменко М. Г. Лабораторний практикум з фізики / М. Г. Кузьменко. – П. : ПФКВІУЗ, 1996. – 48 с.
252. Кузьмина Н. В. Предмет акмеологии.2-е изд. / Н. В. Кузьмина – СПб: Политехника, 2002. – 189 с.
253. Кузьмичев В. Е. Законы и формулы физики : [справочник] / Кузьмичев В. Е. – Киев : Наук. думка, 1989. – 864 с.
254. Кузьмінський А. І. Наукові засади методичної підготовки майбутнього вчителя математики: монографія / А.І. Кузьмінський, І.А. Акуленко, Н.А. Тарасенкова – Черкаси : ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2009. – 320 с.
255. Кун Т. Структура научных революций / Кун Т. – М. : Прогресс, 1975. – 287 с.
256. Кунегин С. В. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов, включая оптические и инфракрасные волны [Электронный ресурс] / Кунегин С. В. – Режим доступа : <http://kunegin.narod.ru/ref/radio/index.htm#sod>
257. Куприянов М. С. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования / Куприянов М. С., Матюшкин Б. Д. – СПб. : Политехника, 1999. – 592 с.
258. Кучерук І. М. Загальна фізика. Електрика і магнетизм : [навч. посібник] / Кучерук І. М., Дущенко В. П. – К. : Техніка, – 2001. – 452 с.

259. Кучерук І. М. Загальна фізика. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка : [навч. посібник] / Кучерук І. М., Дущенко В. П. – К. : Техніка, 1999. – 536 с.
260. Кучерук І. М. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика : [навч. посібник] / Кучерук І. М., Дущенко В. П. – К. : Техніка, 1999. – 483 с.
261. Лабораторія природничих наук (фізика, хімія) [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.interactiveklass.com/uk/high_science/.
262. Лаврентьєва О. О. Підвищення ефективності засвоєння учнями теми “Електричне поле” засобами проектної діяльності / Лаврентьєва О. О., Половина Г. П. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 181 – 187.
263. Лавриненко В. Б. Справочник по полупроводниковым приборам / Лавриненко В. Б. – К. : Техніка, 1984. – 290 с.
264. Лакур П. История физики / Лакур П., Аппель Я. – М. – Л. : ОНТИ, 1929. – 436 с.
265. Ландау Л. Д. Теория квант от Макса Планка до наших дней / Ландау Л. Д. – М. : Изд АН СССР, 1958. – 97 с.
266. Ландсберг Г. С. Оптика / Ландсберг Г. С. – М. : Наука, 1976. – 528 с.
267. Лапчик М. П. Методика преподавания информатики : [учеб. пособие для студ. пед. вузов] / М. П. Лапчик, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер ; под общей ред. М. П. Лапчика. – М. : Издательский центр “Академия”, 2005. – 624 с.
268. Лебедев О. М. Цифрова схемотехніка : навч. посіб. / Лебедев О. М., Ладик О. І. – К. : Арістей, 2005. – 247 с.
269. Левшенюк В. В. Вивчення явища броунівського руху в контексті теорії пізнання / Левшенюк В. В., Тищук В. І. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 187 – 196.
270. Леднев В. С. Содержание образования : сущность, структура, перспективы / Вадим Семенович Леднев. – М. : Высшая школа, 1991 – 376 с.
271. Летохов В. С. Мощные лазеры и их применение / Летохов В. С., Устинов Н. Д. – М. : Сов. радио, 1980. – 112 с.
272. Липсон Г. Великие эксперименты в физике / Липсон Г. – М. : Издательство “Мир”, 1972. – 214 с.
273. Лозовецька В. Т. Концептуальні засади забезпечення конкурентоспроможності особистості на сучасному ринку праці / В. Т. Лозовецька // Імідж сучасного педагога. – 2005. – № 9–10 (58 – 59). – С. 7 – 10.
274. Ломов Б. Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. / Б. Ф. Ломов – М. : Наука, 1984. – 444 с.

275. Льюци М. История физики / Льюци М. ; [пер. с итал. Э. Л. Бурштейна]. – М. : Мир, 1970. – 464 с.
276. Люхтан О. А. Хвилі, інтерференція, швидкість звуку. (Е - супровід фізпрактикума) / Люхтан О. А., Горбач В. М., Гоков С. П. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 196 –2 04.
277. Ляшенко О. І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного у навчанні фізики: дис... д-ра пед. наук: 13.00.04 ; 13.00.02 / О. І. Ляшенко // Академія педагогічних наук України; Інститут педагогіки. — К., 1996. — 442 с.
278. Ляшенко О. І. Проблемне навчання фізики : посібник для вчителів / Ляшенко О. І. – К. : Радянська школа, 1985. – 96 с.
279. Ляшенко О. І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. / О. І. Ляшенко – К.: Генеза, 1996. – 128 с.
280. Магда Ю. С. Компьютер в домашней лаборатории / Магда Ю. С. – М. : ДМК Пресс, 2008. – 200 с.
281. Майор Ф. Высокий образовательный замысел / Ф. Майор, С. Тангян // Педагогика. – 1996. – №6. – С. 3 –13.
282. Малаканова Л. В. Сучасні виховні системи і технології : Професіональна культура вчителя : [навч.-метод. комплекс] / Л. В. Малаканова ; Полт. держ. пед. ун-т. ім. В. Г. Короленка. – Полтава, 2008. – 176 с.
283. Маригодов В. К. Педагогика и психология: аспекты активизации творчества и готовности к профессиональной деятельности : учеб. пособ. / В. К. Маригодов, С. Е. Моторная. – К. : ИД Професионал. – 2005. – 192 с.
284. Мартинюк О. С. Засоби сучасної електроніки й комп'ютерної техніки в навчальному експерименті з фізики: дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.02 / Мартинюк Олександр Семенович– Луцьк, 2000. – 175 с.
285. Матаев Г. Г. Компьютерная лаборатория в вузе и школе : [учебное пособие] / Матаев Г. Г. – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 440 с.
286. Международная стандартная классификация образования МСКО-1997 [Электронный.ресурс] UNESCO-UIS 2006. – Режим доступа : www.uis.unesco.org
287. Меньшикова Ж. А. Особистісно-орієнтована педагогічна взаємодія вчителя та учнів при комп'ютерному навчанні : автореф. дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.01. / Меньшикова Ж. А. – Одеса, 1996. – 24 с.
288. Метрология, стандартизация и измерения в технике связи: Учеб. пособие для вузов/ Б. П. Хромой, А. В. Кандинов, А. Л. Сенявский и др.; под ред. Б. П. Хромого. – М. : Радио и связь, 1986. – 424 с.
289. Мильто Л. А. Формирование творческой индивидуальности будущего учителя в процессе профессионально-педагогической подготовки : дис... канд. пед. наук : спец. 13.00.04 / Мильто Л. А. – Суми, 2001. – 245 с.
290. Миргородський Б. Ю. Демонстраційний експеримент з фізики. Молекулярна фізика / Миргородський Б. Ю., Шабаль В. К. – К. : Рад. школа, 1982. – 140 с.

291. Миргородський Б. Ю. Шкільний фізичний експеримент / Миргородський Б. Ю. – К. : Радянська школа, 1972. – 98 с.
292. Мікропроцесорна техніка: підручник / [Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол та ін.]. – К. : ІВЦ “Видавництво “Політехніка” ; “Кондор”, 2004. – 440 с.
293. Мірошниченко І. Г. Навчальні комп’ютерні програми для вивчення генераторів напруги та струму шкільної РЕА / Мірошниченко І. Г. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 217 – 223.
294. Модульні навчальні програми з електротехнічних дисциплін для студентів вищих навчальних педагогічних закладів / [за ред. І. Т. Богданова]. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2006. – 76 с.
295. Молодцова В. В. Розвиток самостійної роботи учнів з підручником фізики за допомогою навчального відеозапису: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. пед. наук : спец. 13.00.02. / В. В. Молодцова – К, 2000. – 20 с.
296. Молотков Н. Я. Радиоволны в демонстрационном эксперименте / Молотков Н. Я. – М. : Просвещение, 1981. – 114 с.
297. Моргун В. Ф. Основи психологічної діагностики. Навчальний посібник. / В. Ф. Моргун, І. Г. Тітов. – К.:Видавничий дім “Слово”, 2009.– 464 с.
298. Морозова Т. Модель класифікації освітніх спеціальностей в ІТ-сфері [Електронний ресурс] / Т. Морозова // Інженерія програмного забезпечення. – 2010. – № 2. – Режим доступу : www.nbuu.gov.ua
299. Морозова Т. Освітні та наукові ІТ-спеціальності у кількісному вимірі [Електронний ресурс] / Т. Морозова // Інженерія програмного забезпечення. – 2010. – № 1. – Режим доступу : www.nbuu.gov.ua
300. Мощанский В. Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики / Мощанский В. Н. – М. : Просвещение, 1976. – 316 с.
301. Мюллер Скотт. Модернизация и ремонт ПК, 16–е изд. / Мюллер Скотт. – М. : Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 1328 с.
302. Мячев А. А. Интерфейсы систем обработки данных : [справочник] / Мячев А. А., Степанов В. Н. ; под ред. Мячева А. А. – М. : Радио и связь, 1989. – 416 с.
303. Нарышкин Е. М. Волновая служба и антенные устройства. Часть 1. Теория электромагнитного поля и распространение радиоволн / Нарышкин Е. М., Серков В. П. – М. : Воениздат, 1982. – 289 с.
304. Національна доктрина розвитку освіти України у ХХІ столітті : проект / АПН України. – К. : Шкільний світ, 2001. – 24 с.
305. Національний класифікатор України/ Класифікатор професій ДК 003:2010 (На зміну ДК 003:2005). Чинний від 01.11.2010 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.upk.org.ua/load/upravlenie_personalom_kadrovaja_politika/skachat_gosudarstvennyj_klassifikator_professij_dk_003_2010_ehlektronnyj_variant_polnaja_versija/8-1-0-234

306. Некрасова Н. М. Вивчення броунівського руху в спеціальному курсі “Вибрані розділи “Молекулярної фізики” / Некрасова Н. М. // Збірник статей для факультативних занять з фізики : Вип. VII. – К. : Рад. школа, 1970. – С. 228 – 237.
307. Нестеренко А. М. Розвиток пізнавальної самостійності майбутніх абітурієнтів у системі довузівської математичної підготовки : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. пед. наук : спец. 13.00.02. / А. М. Нестеренко – К., 2005. – 20 с
308. Нечет В. І. Основи теорії навчання фізики в загальноосвітній середній школі / Нечет В. І. – Запоріжжя: АТ ”Мотор Січ”, 1997. – 201 с.
309. Нижник В. Г. Вимірювання фізичних величин : [навчальний наочний посібник] / Нижник В. Г., Нижник О. Г. – К. : Радянська школа, 1987. – 40 таблиць з методичними рекомендаціями.
310. Никандров В. В. Наблюдение и эксперимент в психологии: Учебное пособие. / В. В. Никандров. – СПб.: Речь, 2002. – 103 с.
311. Нісімчук А. С. Сучасні педагогічні технології : [навч. посібник] / Нісімчук А. С., Падалка О. С., Шпак О. Т. – К. : Просвіта, 2000. – 368 с.
312. Новиков Ю. В. Основы микропроцессорной техники : [Электронный ресурс] / Новиков Ю. В., Скоробогатов П. К. – Режим доступа : <http://www.ssga.ru/metodich/microproces/content.html>.
313. Новиков Ю. В. Универсальный параллельный интерфейс для модульных микропроцессорных систем измерения, контроля и управления / Новиков Ю. В. // Микропроцессорные средства и системы. – 1989. – №6. – с. 71 – 72.
314. Новиков Ю. В. Функциональные модули контрольно-измерительных систем на базе микроЭВМ / Новиков Ю. В. // Микропроцессорные средства и системы. – 1990. – №3. – С. 75 – 77.
315. Нові технології навчання: [наук. - метод. зб.] / ред. кол. : В. О. Зайчук (гол. ред.) та ін. Вип. 21. – К. : ІЗМН, 1997. – 188 с.
316. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: [учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повышения квалификации пед. кадров] / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров ; Под ред. Е. С. Полат. – М. : Академия, 2000. – 272 с.
317. Об’єктно-орієнтоване моделювання у підготовці майбутніх учителів фізики / [Ліннік О. П., Моїсеєнко Н. В., Євтеєв В. М. та ін.] // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського державного університету : Серія педагогічна. Випуск 12 : Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. – Кам’янець-Подільський : Кам’янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2006. – С. 127–130.
318. Образцов П. И. Методы и методология психолого-педагогического исследования / П. И. Образцов. – СПб. : Питер, 2004. – 268 с.
319. Образцов П. И. Обеспечение учебного процесса в условиях информатизации образования [Электронный ресурс] / П. И. Образцов //

Вопросы Интернет образования. – 2004. – № 22. – Режим доступа: http://vio.uchim.info/Vio_32.htm.

320. Овчарук О. В. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти / О. В. Овчарук // Стратегія реформування освіти в Україні : рекомендації з освітньої політики ; під заг. ред. В. Андрущенка. – К. : К.І.С., 2003. – С.13 – 42.

321. Олійник В. В. Наукові основи управління підвищенням кваліфікації педагогічних працівників профтехосвіти : [моногр.] / Віктор Васильович Олійник. – К.: Міленіум, 2003. – 594 с.

322. Опадчий Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс) : [учебник для ВУЗов] / Опадчий Ю. Ф. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 768 с.

323. Оптику познают тут : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.college.ru/enportal/waveoptics/content/content.html>.

324. Организация самостоятельной работы студентов в условиях интенсификации обучения : [учебное пособие] / [Алексюк А. М., Аюрзанайн А. А., Пидкасистый П. И., Казаков В.А.]. – К. : ІСДО, 1993. – 335 с.

325. Освіта.ua Вища освіта [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://osvita.ua/vnz/guide/search.html?gid=17&flist=0&slist=0&stag=63>

326. Освітні технології : Навчально-методичний посібник / О. М. Пехота , А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін. ; За ред. О. М. Пехоти. – К. : А.С.К., 2004. – 256 с.

327. Основні засади розвитку вищої освіти України в контексті болонського процесу / За ред. Кременя В. Г. – Тернопіль: Вид-во ТДПУ ім. В. Гнатюка, 2004. – 145 с.

328. Основы методики преподавания физики в средней школе / [Разумовский В. Г., Бугаев. А. И., Дик Ю. И. и др.] ; под ред. Перышкина. – М. : Просвещение, 1984. – 398 с.

329. Открытая Физика 2.5 (части I и II) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.physicon.ru/courses/catalog/faq/op25/>.

330. Офіційний сайт АКТАКОМ. Модель АСК–3105 : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.aktakom.ru/product/kio/ack-3105_6.htm

331. Павленко А. І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: (теоретичні основи). / А. І. Павленко– К.: ТОВ “Міжнар. фін. агенція”, 1997. – 177 с.

332. Павленко А. І. Теоретичні основи методики навчання учнів складанню і розв'язуванню фізичних задач у середній школі: дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / А. І. Павленко // Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 1997. – 454 с.

333. Пальшин Г. І. Розвиток стратегічного мислення персоналу в системі корпоративного підвищення кваліфікації: досвід національного оператора телекомунікацій / Г. І. Пальшин, Л. М. Шкарапута // Зв'язок. – 2006. – №3 (63). – С. 12 – 14.

334. Панюкова Е. В. Проектирование содержания и технологии формирования информационной компетентности студентов инженерного

профіля: На прикладі спец. 150201 “Машины и технология обработки металлов давлением”: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Панюкова Екатерина Владимировна. – Тольятти, 2006. – 207 с.

335. Пасічник Ю. А. Проблеми створення електронного підручника / Ю. А. Пасічник, В. Ф. Заболотний // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського державного університету : серія педагогічна : Дидактика дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. Кам’янець Подільський : 2004. – Вип. 10. – С. 86 –90.

336. Пат. України на корисну модель №48113 МПК (2006) G09F 27.00 G10H1.00. Спосіб організації експерименту з фізики / Дима Я. Ю., Саєнко О. В., Руденко О. П. – №u200908875 :заяв. 25.08.2009 ; опубл. 10.03.2010, бюл. №5

337. Педагогическая психология : [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://imp.rudn.ru/psychology/pedagogical_psychology/2.html#2.4

338. Педагогічна майстерність : підручник / [І. А. Зязюн, Л. В. Крамущенко, І. Ф. Кривонос та ін.]; за ред. І. А. Зязюна. – [3-е вид. доп. і перероб.]. – К. : СПД Богданова А.М., 2008. – 376 с.

339. Пей Ан. Сопряжение ПК с внешними устройствами / Пей Ан ; [пер. с англ.. Мерещука П. В.]. – М. : ДМК Пресс; Питер, 2004. – 320 с.

340. Пересторонина И. Л. Особенности формирования профессиональной компетентности учителя при изучении второго иностранного языка // Научное исследование и российское образование: идеи и ценности 21 века: Материалы 6-й междисциплинарной научно-практической конференции аспирантов и соискателей 3 – 4 апреля 2003 года / Сост. Н. В. Фанькина. – М.: АПК и ПРО, 2003. – С.177 – 181.

341. Петриця А. Н. Використання віртуального та реального фізичних експериментів у основній школі / Петриця А. Н. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 238 – 243.

342. Петрова Т. С. Как движутся молекулы / Петрова Т. С. // Квант. – № 12. – 1974. – С. 70 – 71.

343. Пехота Е. Н. Индивидуализация профессионально- педагогической подготовки учителя : дис. д-ра пед. наук : 13.00.04 / Елена Николаевна Пехота. К., 1997. – 430 с.

344. Пигалицын Л. В. Школьная физическая лаборатория. Лекции 1 – 4 / Л. В. Пигалицын – М.: Педагогический университет «Первое сентября», 2007. – 56 с.

345. Пигалицын Л. В. Школьная физическая лаборатория. Лекции 5 – 8 / Л. В. Пигалицын – М. : Педагогический университет «Первое сентября», 2007. – 56 с.

346. Пидкасистый П. И. Самостоятельная деятельность учащихся / Пидкасистый П. И. – М. : Педагогика, 1986. – 207 с.

347. Питт Дж. Метод проектов в преподавании технологии в средних школах Англии // Метод проектов в технологическом образовании

школьників: Матеріали Міжнародного семінара. / Дж. Пітт – СПб.: Изд-во ОГПУ ім. А. І. Герцена, 2001. – С.16-20.

348. Підласий І. С. Педагогічні інновації / Підласий І. С., Підласий А. І. // Рідна школа. – 1998. – №12. – С.3 – 17.

349. План заходів з виконання завдань, передбачених Законом України “Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007 – 2015 роки” [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.zakon.rada.gov.ua

350. ПО "Віртуальний лабораторний практикум" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.interactiveklass.com/uk/soft_lab/

351. Підготовка к ЕГЭ. Физика. [Электронный ресурс] – Режим доступа : www.new-school.ru. 1С : Репетитор. Физика (Версия 1.5) [Электронный ресурс] / составители А. В. Берков, К. Л. Москаленко. – М. : АОЗТ "1С", 1998 –2000. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. – Систем. требования: 486/DX2-66 MHz (рекомендуется Pentium); 8 Mb (рекомендуется 32 Mb) RAM; CD-ROM; Windows 95/98. – Название с контейнера.

352. Подолянчук С. Інформаційно-комунікаційні технології під час вивчення курсу “Опір матеріалів” / Подолянчук С., Гуревич Р. // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2002. – №4. – С.47 – 52

353. Полат Е. С. Метод проектов на уроках иностранного языка / Е. С. Полат // Иностранные языки в школе.– 2000.– №3.– С.3 – 9.

354. Пономарев Л. И. Под знаком кванта / Пономарев Л. И. – М. : Наука, 1989. – 368 с.

355. Постанова від 13 грудня 2006 р. N 1719 Київ Про перелік напрямів, за якими здійснюється підготовка фахівців у вищих навчальних закладах за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавра [Електронний ресурс] – Режим доступу : www.zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=576-2011-%EF

356. Практикум по общей физике / [под. ред. проф. В. Ф. Ноздрева]. – М. : Просвещение, 1971. – 311 с.

357. Прата Стивен. Язык программирования C++. Лекция и упражнения. [учебник] / Стивен Прата; [перевод с англ.]. – СПб. : ООО “ДиаСофт”, 2005. – 1104 с.

358. Прессман Л. П. Методика применения технических средств обучения / Прессман Л. П. – М. : Просвещение, 1988. – 191 с.

359. Прессман Л. П. Технические средства обучения в средней школе / Прессман Л. П. – М. : Педагогика, 1972. – 221 с.

360. Приходько О. В. Обґрунтування необхідності використання навчального фізичного експерименту для розвитку творчих здібностей учнів / Приходько О. В. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 274 – 279.

361. Про основні напрями реформування вищої освіти в Україні. Президент України; Указ від 12.09.1993 №832/95 [Електронний ресурс] – Режим доступу : www.zakon.rada.gov.ua/go/832/95

362. Програмне забезпечення [Електронний ресурс] / Шкільна фізика – Режим доступу : <http://sp.bdpu.org/software/>.
363. Пропис Дж. Цифровая связь / Пропис Дж. – М. : Радио и связь, 2001 . – 800 с.
364. Профессиональная компетентность: понятия и виды: Информационный справочник / Сост. Н.Л. Сонянкина.- Красноярск: ИПК РО, 2003.- 25 с.
365. Психология. Словарь / Под. общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. – 2-е изд. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
366. Пурышева Н. С. Фундаментальные эксперименты в физической науке. Элективный курс : [учебн. пособие] / Пурышева Н. С., Шаронова Н. В., Исаев Д. А. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 115 с.
367. Пухальский Г. И. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах : [справочник] / Пухальский Г. И., Новосельцева Т. Я. – М. : Радио и связь, 1990. – 304 с.
368. Равен Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие, реализация : пер. с англ. / Джон Равен. – М.: «Когито-Центр», 2002. – 396 с.
369. Радул В. В. Становлення соціальної зрілості молодого вчителя (теорія і практика) : дис ... д-ра пед. наук : спец. 13.00.01/ Радул В. В. – К., 1998 . – 429 с.
370. Радунська І. Л. Передчуття і звершення. Кн. Друга. Привиди. : [наук. – публ. книжка] / Радунська І. Л. – К. : Веселка, 1986. – 287 с.
371. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC : [практ. пособие] / под общей редакцией Новикова Ю. В. – М. : ЭКОМ., 2002. – 224 с.
372. Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике : [пособие для учителей] / Разумовский В. Г. – М. : Просвещение, 1975. – 272 с.
373. Разумовский В. Г. Физика в школе. Научный метод познания и обучение / Разумовский В. Г., Майер В. В. – М. : гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2004. – 463 с.
374. Расчет элементов цифровых устройств / [Преснухин Л. Н. и др.]. – М. : ВШ, 1982. – 384 с.
375. Решетова З. А. Психологические основы профессионального обучения. / Решетова З. А. – М.: МГУ, 1985. – 208 с.
376. Роберт И. В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования / И. В. Роберт– М.: "Школа-Пресс", 1994. – 205с.
377. Рогов Е. И. Личность учителя: Теория и практика. / Рогов Е. И. Ростов н/Д, 1996.
378. Рогозина В. Педагогические условия развития творческих способностей школьников на уроке / Рогозина В. // Воспитание школьников. –

2007. – №4. – С. 28 – 30.

379. Родигіна І. В. Компетентнісно орієнтований підхід до навчання / І. В. Родигіна. – Х. : Основа, 2005. – 96 с. – (Б-ка журн. “Управління школою”; вип. 8(32)).

380. Романовський О. Г. Теоретичні і методичні основи підготовки інженера у вищому навчальному закладі до майбутньої управлінської діяльності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук : спец. 13.00.04 "Теорія та методика професійної освіти" / О. Г. Романовський. – Ін-т педагогіки і психології проф. освіти АПН України. – К., 2001. – 40 с.

381. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – СПб. : Питер, 2000 – 712 с.

382. Савельев И. В. Курс физики : Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика / Савельев И. В. – М. : Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит. 1989. – 464 с.

383. Савельев И. В. Курс физики : Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / Савельев И. В. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1989. – 304 с.

384. Савельев И. В. Курс физики : Т. 1: Механика. Молекулярная физика / Савельев И. В. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1989. – 352 с.

385. Савченко О. Теоретичні підходи до визначення якості шкільної освіти / Олександра Савченко // Шлях освіти. – 2006. – № 4. – С. 2 – 6.

386. Савченко О. Я. Від управління школою до управління навчанням і розвитком кожного учня / Олександра Яківна Савченко // Пед. газета – 2000. – № 9. – С. 1.

387. Садовий М. І. Постановка дослідів з оптики з використанням саморобного обладнання / Садовий М. І., Сергієнко В. Л., Твердохліб І. А. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 283 – 289.

388. Сазонов Б. А. Болонский процесс: актуальные вопросы модернизации российского высшего образования / Б. А. Сазонов. – М.: ФИРО, 2006. – 184 с.

389. Самарук Н. М. Професійна спрямованість навчання математичних дисциплін майбутніх економістів на основі міжпредметних зв'язків: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Наталія Миколаївна Самарук. – Тернопіль, 2008. – 236 с.

390. Самойленко П. И. Развитие дидактики физики как инновационный процесс / Самойленко П. И., Сергеев А. В. // Специалист. – 1997. №4. – С. 28 – 31 ; №5. – С. 29 – 32.

391. Самойленко П. И. Развитие дидактики физики как инновационный процесс / Самойленко П. И., Сергеев А. В. // Специалист. – 1997. – №6. – С. 34 – 37.

392. Самойленко П. И. Развитие дидактики физики как интеграционный процесс / Самойленко П. И., Сергеев А. В. // Среднее профессиональное образование. – 1998. – №11 – 12. – С. 39 – 45 ; 1999. – №1. – С. 36 – 40 ; №2. – С. 26 – 33.
393. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии : [учебное пособие] / Селевко Г. К. – М. : Народное образование, 1998. – 256 с.
394. Селевко Г. К. Традиционная педагогическая технология и её гуманистическая модернизация / Герман Константинович Селевко. – М. : НИИ Школьные технологии, 2005. – 144 с.
395. Семиченко В. А. Актуальні проблеми реформування системи ПО в Україні / Валентина Анатоліївна Семиченко // Післядипломна освіта в Україні. – 2002. – № 2. – С. 56 – 60.
396. Семиченко В. А. Психологія педагогічної діяльності : [навч. посіб.] / Валентина Анатоліївна Семиченко. – К. : Вища школа, 2004. – 335 с.
397. Семиченко В. А. Системно-структурне моделювання складних об'єктів у психолого-педагогічних дослідженнях / Валентина Анатоліївна Семиченко // Післядипломна освіта в Україні. – 2003. – № 3. – С. 26 – 30.
398. Сергеев А. Г. Метрология : [учебное пособие] / Сергеев А. Г., Крохин В. В. – М. : Логос, 2000. – 280 с.
399. Сергеев А. В. Становление и развитие истории методики преподавания физики в средней школе как научной дисциплины: дисс. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / А. В. Сергеев – Запорожье, 1989. – 370 с.
400. Сергеев О. В. Інноваційні процеси в методиці навчання фізики / Сергеев О.В., Тищук В.І. // Оновлення змісту, форм та методів навчання фізики . Наук. зап. Рівненського педінст. Вип. 2. – Рівне : РДПІ, 1997. – С. 4 – 12.
401. Сергеев О. В. Мотивоване управління самостійною діяльністю студентів / Сергеев О. В. // Наукові записки. : Серія : Педагогічні науки. – Кіровоград : РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. – С. 198 – 202.
402. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов / Сергиенко А. Б. – СПб. : Питер, 2003. – 604 с.
403. Сергієнко В. П. Інтеграція фундаментальності та професійної спрямованості курсу загальної фізики у підготовці сучасного вчителя : [монографія] / В. П. Сергієнко. – К.: НПУ, 2004. – 382 с.
404. Сергієнко Л. Г. Деякі аспекти організації самостійної роботи студентів з фізики як фактора підвищення ефективності професійної підготовки / Сергієнко Л. Г. // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. : Випуск 30. : Серія: педагогічні науки. – Чернігів : ЧДПУ, 2005. – № 30. – С. 216 – 219.
405. Серков В. П. Распространение радиоволн и антенные устройства / Серков В. П. – ВАС, 1981. – 468 с.
406. Сибирская М. П. Педагогические технологии: теоретические основы и проектирование / Сибирская М. П. – СПб. : Питер, 1998. – 156 с.
407. Сидоренко Е. В. Методы статистической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб. : Речь, 2000. – 350 с.

408. Сидорчук Н. Г. Організація самоосвітньої діяльності майбутніх учителів у процесі вивчення предметів педагогічного циклу : дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.04 / Сидорчук Н. Г. – Житомир, 2001. – 218 с.
409. Сиротюк В. Д. Деякі аспекти організації методики проведення домашніх експериментальних досліджень / Сиротюк В. Д., Гордієнко Т. П. // Збірник науково-методичних праць “Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін” – Рівне, 1999. – С. 74 – 76.
410. Сисоєва С. О. Підготовка вчителя до формування творчої особистості учня / Сисоєва С. О. – К. : Поліграфкнига, 1996. – 407 с.
411. Сисоєва С. О. Теоретичні і методичні основи підготовки вчителя до формування творчої особистості : дис... д-ра пед. наук : спец. 13.00.04. / Сисоєва С. О. – К., 1997. – 428 с.
412. Сисоєва С. О. Педагогічна творчість учителя : визначення, теоретична модель, функції підготовки. / Світлана Олександрівна Сисоєва // Педагогіка і психологія. 1998. №2. С. 161 – 172.
413. Скороход Т. В. Організація самостійної роботи студентів як важливий чинник професійної підготовки фахівців з вищою освітою / Скороход Т. В., Величко С. П. // Наукові записки. : Випуск 60. : Серія : Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2005. – С. 338 – 343.
414. Слостенин В. А. Введение в педагогическую аксиологию: Учебн. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. / В. А. Слостенин, Г. И. Чижакова – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 192с.
415. Слостенин В. А. Педагогика : учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Слостенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов; под ред. В. А. Слостенина. – М. : Академия, 2002. – 576 с.
416. Слепкань З. И. Психолого-педагогические основы обучения математике: Метод. пособие. / Слепкань З. И. – К.: Рад. школа, 1983. – 192 с.
417. Слепкань З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі : навч. посіб. / З. І. Слепкань. – К. : Вища шк., 2005. – 239 с.
418. Слободченко В. И. Психологические основы личностно-ориентированного образования / В. И. Слободченко // Мир образования – образование в мире. – 2001. – №1 – С. 14 – 18.
419. Смит Дж. Сопряжение компьютеров с внешними устройствами. Уроки реализации / Смит Дж. – М. : Мир, 2000. – 266 с.
420. Смолюк І. О. Розвиток педагогічних технологій у вищих закладах освіти України (теорія і практика) : дис... д-ра пед. наук : спец. 13.00.01 / Смолюк І. О. – Луцьк, 1999. – 375 с.
421. Современная западная социология: Словарь / Сост. Ю. Н. Давыдов, М. С. Ковалева, А. Ф. Филиппов. – М.: Политиздат, 1990. – 432 с.
422. Соколов В. В. Методика преподавания физики / Соколов В. В. – Л. : Учпедгиз, 1951. – 280 с.
423. Соловйов В. М. Інструментальне забезпечення курсу комп'ютерного моделювання / Соловйов В. М., Семеріков С. О., Теплицький І.

О. // Комп'ютер у школі і сім'ї. – 2000. – № 4. – С. 28 – 31.

424. Солонина А. И. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов / Солонина А. И. – СПб. : БХВ – Петербург, 2002. – 464 с.

425. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC / под ред. У.Томпкинса, Дж. Уэбстера [пер. с англ.]. – М. : Мир, 1992. – 592 с.

426. Сорокіна Г. Ю. Формування функціональних компетентностей майбутніх фахівців зв'язку в процесі навчання технічних дисциплін : дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.04 / Сорокіна Галина Юріївна – Черкаси, 2010. – 256 с.

427. Спиридонов О. П. Фундаментальные физические постоянные / Спиридонов О. П. : [учеб. пособие для вузов]. – М. : Высш. шк, 1991. – 238 с.

428. Співаковський О. В. Теорія і практика використання інформаційних технологій у процесі підготовки студентів математичних спеціальностей: монографія / О. В. Співаковський. – Херсон : Айлант, 2003. – 249 с.

429. Справочник по волоконно-оптическим линиям связи / [Андрушко Л. М., Вознесенский В. А., Каток В. Б. и др.] ; под ред. Свечникова С. В. – К. : Техніка, 1988. – 239 с.

430. Справочник по микроэлектронной технике / [Яковлев В. Н. и др.]. – К. : Техніка, 1983. – 359 с.

431. Стандарти шкільної фізичної освіти / [Гончаренко С., Волков В., Коршак Є. та ін.] // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – № 2. – С. 2 – 8.

432. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники / Степаненко И. П. – М. : Сов. радио, 1980. – 424 с.

433. Степко М. Вища школа зорієнтована на фундаментальну підготовку, і ми робимо все, щоб її зберегти / М. Степко // Вища шк. – 2003. – № 2 – 3. – С. 18 – 24.

434. Стучинська Н. В. Організація самостійної роботи студентів у процесі вивчення “Медичної та біологічної фізики” з використанням проектної технології / Стучинська Н.В. // Наукові записки. : Випуск 72: Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2007. – С. 224 – 227.

435. Сумський В. І. ЕОМ при вивченні фізики : [навч. посібник] / Сумський В. І. ; за ред.. Шута М. І. – К. : ІЗМНЮ 1997. – 126 с.

436. Сусь Б. А. Деятельностный метод как средство формирования профессиональной компетентности будущих учителей физики / Заболотный В. Ф., Мыслицкая Н. А. и др. /

437. Сусь Б. А. Дидактичні та методичні основи організації самостійної навчальної діяльності курсантів при вивченні курсу загальної фізики у вищих технічних військових закладах : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02. / Сусь Богдан Арсентійович. – К., 1998. – 432 с.

438. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний (психологические основы). / Н. Ф. Талызина – 2-е изд., испр. и доп. – М.:

Изд-во МГУ, 1984. – 344 с.

439. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская и др.; Под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. – М.: Академия, 2000. – 368 с.

440. Теплицкий И. А. Создание 3D-моделей физических процессов в среде Python / Теплицкий И. А., Семериков С. А. // Дні науки : зб. тез доповідей ; ред. кол. В. М. Огаренко та ін. – Запоріжжя : ГУ "ЗІДМУ", 2005. – Т. 2. – С. 157 – 159.

441. Теплицкий И. О. Комп'ютерне моделювання абсолютних та відносних рухів планет Сонячної системи / Теплицкий И. О. Семериков С. О. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету : Серія педагогічна : Дидактика фізики і підручники фізики (астрономії) в умовах формування європейського простору вищої освіти. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2007. – С. 211 – 214.

442. Теплицкий О. І. Комп'ютерне моделювання рухів тіл під дією сили всесвітнього тяжіння / Теплицкий О. І., Семериков С. О. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 319 – 329.

443. Теплицкий О. І. Реалістичні фізичні анімації в курсі комп'ютерної графіки / Теплицкий О. І. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 314 – 319.

444. Теренс Чан. Системное программирование на C++ для UNIX / Теренс Чан [пер. с англ.]. – К. : Издательская группа ВНУ, 1997. – 592 с.

445. Технические методы и средства защиты информации / Ю. Н. Максимов, В. Г. Сонников, В. Г. Петров и др. – СПб.: ООО «Издательство Полигон», 2000. – 320 с., ил.

446. Технічні засоби навчання : курс лекцій / [за ред.. Перепелиці Є. О.]. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2001. – 147 с.

447. Тиртишніков О. І. Обчислювальна техніка та мікропроцесори. Частина 1. Основи обчислювальної техніки : [навч. посібник] / Тиртишніков О. І. – Полтава : ПВІЗ, 2004. – 58 с.

448. Тиртишніков О. І. Обчислювальна техніка та мікропроцесори. Частина 2. Цифрові автомати : [навч. посібник] / Тиртишніков О. І., Корж Ю. М. – Полтава : ПВІЗ, 2006. – 68 с.

449. Тичина І. І. Модульний принцип побудови навчального курсу як ефективна технологія навчання / І. І. Тичина // Наукові записки НПУ ім. М. П. Драгоманова. – К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 1993. – С.48-54.

450. Томилин О. Б. Образовательные технологии формирования компетенций в системе высшего профессионального образования / О. Б. Томилин, А. В. Бритов, С. И. Демкин // Управление качеством высшего

образования. – 2005. – С. 112–123.

451. Точки Рональд Дж. Цифровые системы. Теория и практика, 8–е изд. / Точки Рональд Дж., Уидмер Нил С. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.

452. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : [учеб. пособие для вузов] / Трофимова Т. И. – М. : Высшая школа, 2000. – 352 с.

453. Трофимова Т. И. Курс физики : [учебник для студ. вузов] / Трофимова Т. И. – М. : Высш. шк., 1985. – 432 с.

454. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника / Угрюмов Е. П. – СПб. : БХВ – Петербург, 2002. – 528 с.

455. Уиддет С. Руководство по компетенциям: монография / С. Уиддет, С. Холлифорд; [пер. с англ. Н. Друговойко]. – 3-е изд. – М. : ГИППО, 2008. – 228 с.

456. Уэйк М. Язык Си Руководство для начинающих / Уэйк М., Прата С., Мартин Д. ; [пер. с англ.]. – М. : Мир, 1988. – 512с.

457. Филиппов В. С. Антенны и устройства СВЧ. Проектирование фазированных антенных решеток : [учеб. пособие для вузов] / Филиппов В. С., Пономарев Л. И. ; под ред. Воскресенского Д.И. – М. : Радиосвязь, 1994. – 592с

458. Филлипов Л. Д. Высшая школа США. / Л. Д. Филлипов– М.: Наука, 1998. – 232 с.

459. Фридман Л. М. Педагогический опыт глазами психолога. / Л. М. Фридман – М.: Просвещение, 1987. – 224 с.

460. Фурман А. В. Класно-урочна і модульно-розвивальна система в Україні: дві парадигми освіти / Фурман А. В. // Педагогіка толерантності. – 1998. – № 2. – С. 57 – 64.

461. Фурман А. В. Модульно-розвивальне навчання: принципи, умови, забезпечення : [монографія]. / Фурман А. В. – К. : Правда Ярославичів, 1997. – 340 с.

462. Цифровая и вычислительная техника / [Евреинов З. В. и др.] ; под ред. Евреинова З. В. – М. : Радио и связь, 1991. – 484 с.

463. Чернега В. С. Сжатие информации в компьютерных сетях : [учебное пособие для вузов] / Под ред. д.т.н., проф. Маригодова В. К. – Севастополь : СевГТУ, – 1997. – 214 с.

464. Чернецький І. С. Сучасні експериментальні засоби навчального середовища. Мобільна комп'ютерна лабораторія Nova5000. / І. С. Чернецький // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету [Текст]. Вип. 99 / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка ; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів : ЧНПУ, 2012. 392 с. (Серія: Педагогічні науки). с. 377 – 382.

465. Чернилевский Д. В. Дидактические технологии в высшей школе / Д. В. Чернилевский. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 437 с.

466. Чернилевский Д. В. Технология обучения в высшей школе : [учебное издание] / Чернилевский Д. В., Филатов О. К. ; под ред. Д. В.

Чернилевского. – М. : “Экспедитор”, 1996. – 288 с.

467. Чернышов В. П. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства / Чернышов В. П., Шейнман Д. И. – М. : Связь, 1972. – 408 с.

468. Чошанов М. А. Гибкая технология проблемно-модульного обучения : [методическое пособие] / Чошанов М. А. – М.: Народное образование, 1996. – 160 с.

469. Что есть компетенция? Конструктивистский подход как выход из замешательства [Электронный ресурс] / Angela Stoof, Rob L. Martens, Jeroen J. G. van Merriënboer; пер. с англ. Е. Орел – 2004. – Режим доступа: <http://www.ht.ru>.

470. Шаргун Т. О. Формування професійної компетентності у майбутніх фахівців залізничного транспорту у процесі професійної підготовки: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Тетяна Олексіївна Шаргун. – Львів, 2006. – 220 с.

471. Шарко В. Д. Залучення студентів до проектування програмних педагогічних засобів з шкільного курсу фізики як спосіб підготовки їх до методичної діяльності / Шарко В. Д. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 329 – 336.

472. Шарко В. Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти. : [монографія]. / Шарко В. Д. – Херсон : Видавництво ХДУ, 2006. – 400 с.

473. Шатковська Г. І. Методичні особливості інтегративного навчання фізики вищих навчальних закладах у сучасних умовах / Шатковська Г. І. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. : Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. : Випуск 12: збірник наукових праць. – К. : Вид. НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 336 – 346.

474. Шило В. Л. Популярные цифровые микросхемы / Шило В. Л. – М. : Металлургия, 1988. – 352 с.

475. Шматкова Р. І. Хімія та матеріалознавство / Шматкова Р.І., Єрохіна Л. І., Кузьменко М. Г. – Полтава : ПВІЗ, 2004. – 108 с.

476. Шодиев Д. Мысленный эксперимент в преподавании физики : [кн. для учителя] / Шодиев Д. – М. : Просвещение, 1987. – 95 с.

477. Шут М. І. Дидактичні принципи впровадження сучасних технологій навчання / М. І. Шут, А. В. Касперський // Удосконалення навчання фізики у вищій школі в умовах ступеневої освіти : матеріали III Всеукраїнської наукової конференції “Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики”. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 1998. – Частина I. – с. 15 –19.

478. Электромагнитные волны и оптика : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://fn.bmstu.ru/phys/bib/physbook/tom4/content.html>.

479. Электронные промышленные устройства / [Васильев В. И. и др.]. – М. : ВШ, 1988. – 303 с.

480. Эльконин Д. Б. Избранные психологические труды. / Д. Б. Эльконин– М.: Педагогика, 1989. – 560 с.
481. Энциклопедия профессионального образования: В 3-х т. / Под ред. С. Я. Батышева. – М., АПО. 1998. – 568 с. Т. 1 – А – Л – 1998.
482. Федорова Ю. В. Совместное использование программы «Живая физика» и цифровой лаборатории «Архимед». / Ю. В. Федорова, С. Н. Дунин. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.int-edu.ru/page.php?id=883>.
483. Юцевичене П. А. Принципы модульного обучения / Юцевичене П. А. // Советская педагогика. – 1990. – № 1. – С. 55 – 60.
484. Якиманская И. С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе./ И. С. Якиманская – М.: Просвещение, 1996. – 168 с.
485. Якиманская И. С. Разработка технологии личностно-ориентированного обучения / Якиманская И. С. // Вопросы психологии. – 1995. – № 2. – С. 18 – 24.
486. Яцук П. П. Галузь зв'язку: підхід – державний / П. П. Яцук // Зв'язок. – 2006. – № 7. – С. 2 – 5.
487. Alexander, R.J. Education for All, the Quality Imperative and the Problem of Pedagogy. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.create-rpc.org/pdf_documents/PTA20.pdf.
488. Atmel Corporation. 8-bit AVR Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2466.pdf
489. Bureau of Labor Statistics. United States Department of Labor. [Electronic resource]. – URL: <http://www.bls.gov/>
490. Cieslar Katarzyna. Vademecum maturzysty. Fizyka i astronomia / Cieslar Katarzyna, Zawadski Witold. – Krakow : Zielona Sowa, 2008. – 537 s.
491. Computer Curriculum [Electronic resource]. – Режим доступа : www.acm.org/education/curricula.html
492. Cypress semiconductor. 256K (32K x 8) Static RAM [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://download.cypress.com.edgesuite.net/design_resources/datasheets/contents/cy62256_8.pdf
493. Dewy John. How We Think. / John Dewy// Rev. Ed. Boston: L. C. Heath and Co., 1933.
494. Interactive Physics [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://interactivephysics.design-simulation.com/IP/index.php>.
495. International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Rev.4 [Electronic resource]. – Режим доступа : www.unstats.un.org
496. National Instruments LabVIEW [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.ni.com/academic/purchasing.htm>.
497. National Instruments Multisim [Электронный ресурс] – Режим доступа : **HYPERLINK "http://www.ni.com/multisim/"** <http://www.ni.com/multisim/>.
498. Nova5000 – переносна наукова лабораторія. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.it.sitronics.com/education/nova5000.php>.

499. Plebańska Marlena. E-learning. Tajniki edukacji na odległość / Plebańska Marlena. – Warszawa: wyd. C.H. Beck, 2011. – 236 st.
500. SGH–Thomson Microelectronics. 5V Powered multi–channel RS–232 drivers and receivers [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/6420/st232b.pdf>
501. Sztejnberg A. Podstawy komunikacji społecznej w edukacji / Aleksander Sztejnberg. – Wrocław : wyd. Astrum, 2006. – 160 st.
502. Texas Instruments. Aspects of data acquisition system design. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.ti.com/litv/pdf/slyt191>
503. Texas Instruments. Interfacing op amps and analog–to–digital converters : [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.ti.com/litv/pdf/slyt104>
504. Texas Instruments. Selecting an A/D Converter. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.ti.com/litv/pdf/sbaa004>
505. Texas Instruments. Speed Plus 8–Bit, 30MHz Sampling Analog–To–Digital Converter [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.ti.com/lit/gpn/ads930>
506. Texas Instruments. Understanding and comparing datasheets for high–speed ADCs [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.ti.com/litv/pdf/slyt231>
507. Texas Instruments. Wideband, Voltage–Feedback operational amplifier with Disable [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.ti.com/lit/gpn/opa690>
508. Twine: The revolutionary box that can make your appliances tweet [Електронний ресурс] – Режим доступу : www.Mashable.com/2011/12/12/twine-2/
509. Tworczość w Praktyce (creativity in Practice) : materiały z konferencji. – Zakopane : Wydawnictwo Wyższej Szkoły Humanistyczno–Ekonomicznej w Łodzi, 1999. – 136 p.
510. What Is Web 2.0 – O’Reilly [Електронний ресурс] – Режим доступу : Media.oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html.
511. Yenska’s virtual labs [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.yenka.com/science/>.

ДОДАТОК А1
Модульний план вивчення фізики (1 семестр)

Модуль № 1 Основи фізичних вимірювань					
Форма заняття	Дата	Тема заняття	Питання іспиту	Форма контролю	Рейтинг. оцінка (max)
Тема 1.1. Основи фізичних вимірювань					
Лекція		1.1.1. Предмет фізики. Фізичні вимірювання та їх похибки	1 – 2	Реферат	3+2
Самостійне заняття		1.1.2. Похибки вимірювання	2	Опорний конспект 1.1.2	3+2
Необхідно знати	Предмет фізики, її роль та місце в житті людини. Внесок вітчизняних вчених. Основні методи вимірювань				
Слід запам'ятати	Основи фізичних вимірювань, їх точність. Абсолютна та відносна похибки				
Треба вміти	Користуватися основними вимірювальними приладами. Визначати ціну поділки, чутливість, абсолютну та відносну похибки				
Література	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бушок Г. Ф., Левандовський В. В., Півень Г. Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2001, – 448 с. 2. Бушок Г. Ф., Левандовський В. В., Півень Г. Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 2. Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика і термодинаміка. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2001, – 424 с. 3. Трофимова Т. И. Курс фізики: Учебник для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 432 с. 4. Трофимова Т. И. Краткий курс фізики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000, 352 с. 5. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т. 1: Механика. Молекулярная физика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит; 1989. – 352 с. 6. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит; 1989. – 464 с. 7. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит; 1989. – 304 с. 8. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 1 Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – 536с. 9. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 2. Електрика і магнетизм. – 2001. – 452с. 10. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 3. Оптика. Квантова фізика. – 520 с. 				

Модуль № 2. Електричні заряди та поле, постійний електричний струм					
Форма заняття	Дата	Тема заняття	Питання іспиту	Форма контролю	Рейтинг. оцінка (max)
<i>Тема 2.1. Електростатика</i>					
Лекція		2.1.1. Електричне поле, його напруженість	3 – 4	Опорний конспект 2.1.1, 2.1.2, 2.1.4	3+2
		2.1.2. Теорема Остроградського – Гаусса для електростатичного поля	5 – 7	Опорний конспект	
		2.1.4. Робота сил електростатичного поля. Потенціал	8 – 10	Опорний конспект	
		2.1.9. Поляризація діелектриків	11 – 15	Опорний конспект 2.1.9 – 2.1.12	3+2
		2.1.11. Особливі властивості діелектриків	18	Опорний конспект	
		2.1.13. Провідники в електричному полі	19 – 20	Опорний конспект 2.1.13 – 2.1.15	3+2
	2.1.15. Енергія електричного поля	20 – 22			
Самостійне заняття		2.1.3. Застосування теореми Остроградського – Гаусса	5 – 7	Індуктивний конспект 2.1.2, 2.1.5	
		2.1.5. Потенціальний характер електростатичного поля		Розв'язування задач	5
		2.1.7. Підготовка до лабораторної роботи “Дослідження електростатичного поля”		Допуск	1
		2.1.10. Діелектрики в електричному полі	16 – 17	Опорний конспект	
		2.1.12. Застосування діелектриків	18		
	2.1.14. З'єднання конденсаторів	20	Опорний конспект Розв'язування задач	5	
Практичне заняття		2.1.6. Розрахунок напруженостей і потенціалів електричних полів	3 – 10	Тест	5
		2.1.16. Діелектрики і провідники в електричному полі. Енергія електричного поля	11 – 22	Тест	5
Лабораторна робота		2.1.8. Дослідження електростатичного поля		Виконання, захист л.р.	1+3
Необхідно знати	Електростатичне поле та його властивості і характеристики .Теорема Остроградського – Гаусса та її застосування до розрахунку електростатичних полів				
Слід запам'ятати	Основні характеристики електричного поля. Формулювання та математичний запис принципу суперпозиції, теореми Остроградського – Гаусса, ємності та енергії конденсатора. Потенціальний характер електростатичного поля				
Треба вміти	Лабораторним методом визначати характеристики електричного поля, користуватись електровимірювальними приладами, розв'язувати задачі				
Література	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бушок Г. Ф, Левандовський В. В, Півень Г. Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2001, – 448 с. §84 – 101. 2. Трофимова Т. И. Курс фізики: Учебник для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 432 с. §77 – 94. 3. Трофимова Т. И. Краткий курс фізики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000, 352 с. Гл. 11. 4. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит; 1989. – 464 с. §1 – 23. 5. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. пкладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 2. Електрика і магнетизм. – 2001. – 452с. §1.1 – 1.26. 				

Форма заняття	Дата	Тема заняття	Питання іспиту	Форма контролю	Рейтинг. оцінка (max)
Тема 2.2. Постійний електричний струм					
Лекція		2.2.1. Постійний електричний струм	23 – 28	Опорний конспект 2.2.1, 2.2.2, 2.2.4	3+2
		2.2.3. Класична теорія електропровідності металів	29	Опорний конспект 2.2.3, 2.2.5	3+2
		2.2.5. Струм у газах	30 – 32	Опорний конспект	
Самостійне заняття		2.2.2. Опір провідників	25	Опорний конспект	
		2.2.4. Правила Кірхгофа	28	Опорний конспект	
		2.2.6. Підготовка до лабораторної роботи “Дослідження з’єднання опорів”		Порівняльний конспект 2.1.14, 2.2.2 Допуск	3+2 1
		2.2.8. Підготовка до лабораторної роботи “Залежність напруги від сили струму при постійній ЕРС”		Допуск	1
		2.2.10. Постійний електричний струм	23 – 28	Розв’язування задач	5
		2.2.12. Колоквіум за змістовний модуль 2	1 – 32		10
Практичне заняття		2.2.11. Закони постійного струму	23 – 28	Тест. Розв’язування задач	5
Лабораторна робота		2.2.7. Дослідження з’єднання опорів		Виконання, захист л.р.	1+3
		2.2.9. Залежність напруги від сили струму при постійній ЕРС		Виконання, захист л.р.	1+3
Необхідно знати	Постійний електричний струм та його характеристики.. Електричний струм у газах				
Слід запам’ятати	Закон Ома для постійного струму. Формули послідовного і паралельного з’єднання. Види розрядів				
Треба вміти	Вимірювати опір провідників різними методами. Визначати залежність напруги на клеммах джерела від величини струму навантаження. Досліджувати термоелектронну емісію. Розв’язувати задачі				
Література	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бушок Г. Ф, Левандовський В. В, Півень Г. Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2001, – 448 с. §102 – 110. 2. Трофимова Т. И. Курс фізики: Учебник для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 432 с. §95 – 100. 3. Трофимова Т. И. Краткий курс фізики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000, 352 с. Гл. 12 – 13. 4. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит; 1989. – 464 с. §24 – 34. 5. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 2. Електрика і магнетизм. – 2001. – 452 с. §2.1 – 2.7. 				

Модуль № 3. Магнітне поле та його зв'язок з електричним					
Форма заняття	Дата	Тема заняття	Питання іспиту	Форма контролю	Рейтинг. оцінка (max)
<i>Тема 3.1. Магнітне поле</i>					
Лекція		3.1.1. Магнітне поле струму	33	Опорний конспект 3.1.1, 3.1.2, 3.1.4	3+2
		3.1.2. Контур зі струмом у магнітному полі	34 – 36	Опорний конспект	
		3.1.4. Закон повного струму	37 – 39	Опорний конспект	
		3.1.6. Рух заряджених частинок у магнітному та електричному полях	40 – 42	Індуктивний конспект 3.1.6	
		3.1.9. Магнітне поле у речовині. Феромагнетики	43 – 46	Опорний конспект 3.1.9 – 3.1.11	3+2
Самостійне заняття		3.1.3. Закон Біо – Савара – Лапласа	34 – 36	Розв'язування задач	
		3.1.5. Закон повного струму	37 – 39	Розв'язування задач	
		3.1.7. Підготовка до лабораторної роботи “Вивчення електронного осцилографа”		Допуск	1
		3.1.10. Феромагнетики та ферити	46	Опорний конспект	
		3.1.11. Магнітне поле в речовині	47	Опорний конспект	
Практичне заняття		3.1.12. Розрахунок магнітних полів	33 – 39	Тест	5
		3.1.13. Дія магнітного поля на рухомий електричний заряд	40 – 42	Тест	5
Лабораторна робота		3.1.8. Вивчення електронного осцилографа		Виконання, захист л.р.	1+3
Необхідно знати	Магнітне поле та його характеристики				
Слід запам'ятати	Формулювання та математичний запис законів Біо – Савара – Лапласа, повного струму				
Треба вміти	За допомогою електронного осцилографа визначати амплітуду та частоту електронного струму. Розв'язувати задачі				
Література	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бушок Г. Ф, Левандовський В. В, Півень Г. Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2001, – 448 с. §132 – 149. 2. Трофимова Т. И. Курс фізики: Учебник для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 432 с. §110 – 122, 132, 136. 3. Трофимова Т. И. Краткий курс фізики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000, 352 с. Гл. 14, 16. 4. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит; 1989. – 464 с. §35 – 52. 5. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед.кладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 2. Електрика і магнетизм. – 2001. – 452 с. §8.1 – 9.13. 				

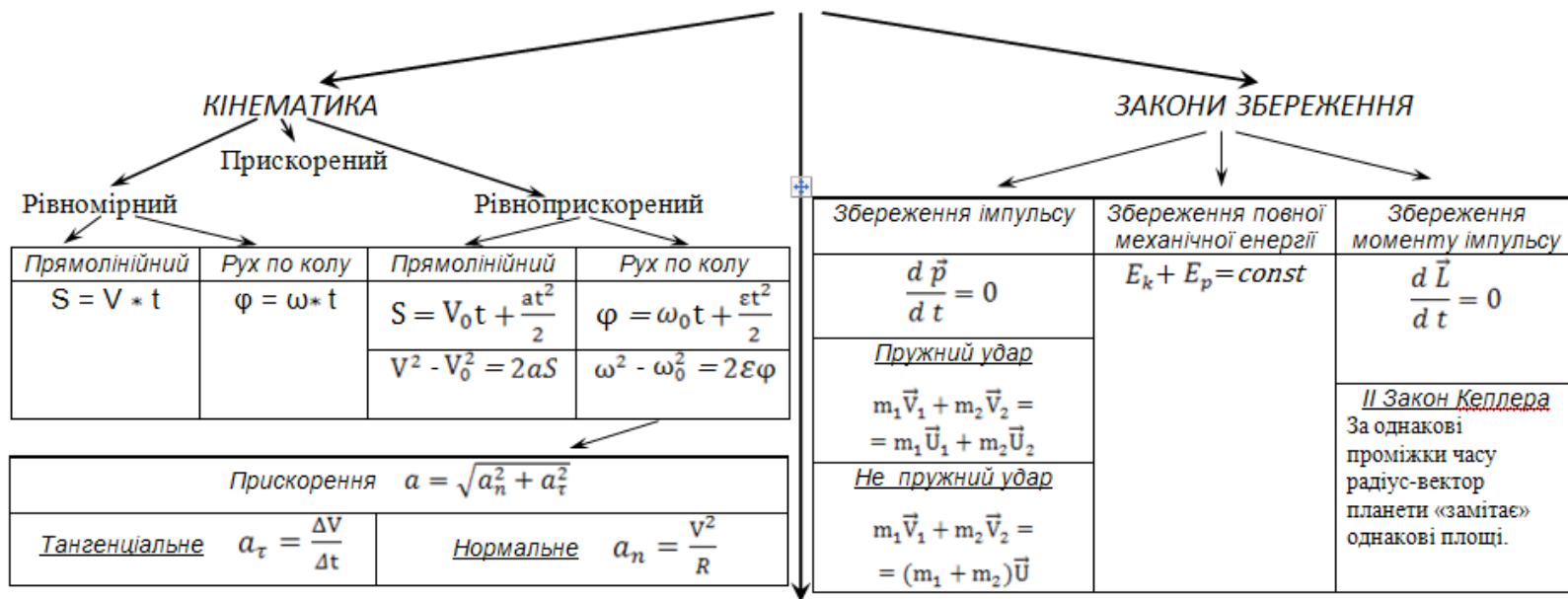
Форма заняття	Дата	Тема заняття	Питання іспиту	Форма контролю	Рейтинг. оцінка (max)
Тема 3.2. Електромагнітна індукція та електромагнітне поле					
Лекція		3.2.1. Електромагнітна індукція	48 – 50	Опорний конспект 3.2.1 – 3.2.3	3+2
		3.2.2. Взаємна індукція. Самоіндукція	53 – 55	Опорний конспект	
		3.2.4. Енергія магнітного поля	56 – 58	Порівняльний конспект 2.1.15, 3.2.4	3+2
		3.2.7. Рівняння Максвелла в інтегральній формі	59 – 61	Дедуктивний конспект 3.2.7	3+2
Самостійне заняття		3.2.3. Фізичний принцип роботи генератора змінного струму. Вихрові струми	52	Опорний конспект	
		3.2.5. Самоіндукція. Взаємоіндукція	48 – 55	Розв'язування задач	5
		3.2.8. Підготовка до лабораторної роботи “Дослідження однофазного трансформатора”		Допуск	1
		3.2.10. Колоквіум за змістовний модуль 3	33 – 61	Усне опитування	10
Практичне заняття		3.2.6. Електромагнітна індукція	48 – 58	Тест	5
Лабораторна робота		3.2.9. Дослідження однофазного трансформатора		Виконання, захист л.р.	1+3
Необхідно знати	Явище електромагнітної індукції, взаємоіндукції та самоіндукції. Основи теорії Максвелла				
Слід запам'ятати	Формулювання та математичний запис, Фарадея, правила Ленца та системи рівнянь Максвелла				
Треба вміти	За допомогою електронного осцилографа визначати втрати енергії в трансформаторі. Розв'язувати задачі				
Література	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бушок Г. Ф, Левандовський В. В, Півень Г. Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2001, – 448 с. §150 – 155, 173. 2. Трофимова Т. И. Курс фізики: Учебник для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 432 с. §123 – 131, 137, 139. 3. Трофимова Т. И. Краткий курс фізики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000, 352 с. Гл. 15, 17. 4. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит; 1989. – 464 с. §53 – 62. 5. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 2. Електрика і магнетизм. – 2001. – 452с. §10.1 – 10.6, §13.1 – 13.4. 				

Модуль № 4. Гармонічні, механічні та електромагнітні коливання					
Форма заняття	Дата	Тема заняття	Питання іспиту	Форма контролю	Рейтинг. оцінка (max)
<i>Тема 4.1. Механічні та електричні коливання. Додавання коливань</i>					
Лекція		4.1.1. Гармонічні коливальні процеси	62 – 64	Опорний конспект 4.1.1, 4.2.1	3+2
		4.1.2. Додавання коливань	66 – 70	Опорний конспект 4.1.2	3+2
Самостійне заняття		4.1.3. Гармонічні коливальні процеси. Додавання коливань	65	Розв'язування задач	5
		4.1.5. Підготовка до лабораторної роботи “Дослідження додавання взаємно перпендикулярних коливань”		Допуск	1
		4.1.7. Підготовка до лабораторної роботи. “Дослідження додавання однаково направвлених коливань”		Допуск	1
Практичне заняття		4.1.4. Гармонічні коливальні процеси	62 – 64	Тест	5
Лабораторна робота		4.1.6. Дослідження додавання взаємно перпендикулярних коливань		Виконання, захист л.р.	1+3
		4.1.8. Дослідження додавання однаково направвлених коливань		Виконання, захист л.р.	1+3
Необхідно знати	Вільні гармонічні механічні та електромагнітні коливання. Процеси в коливальному контурі та його параметри				
Слід запам'ятати	Диференціальне рівняння вільних гармонічних коливань та його розв'язок. Логарифмічний декремент затухання та добротність				
Треба вміти	Експериментально досліджувати додавання гармонічних коливань та визначати їх характеристики. Розв'язувати задачі				
Література	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бушок Г. Ф, Левандовський В. В, Півень Г. Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2001, – 448 с. §169, 171 – 176, §63 – 75. 2. Трофимова Т. И. Курс фізики: Учебник для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 432 с. §140 – 145. 3. Трофимова Т. И. Краткий курс фізики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000, 352 с. Гл. 18. 4. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит; 1989. – 464 с. §63 – 69. 5. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 1 Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – 536с. §10.1 – 10.11. 6. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 2. Електрика і магнетизм. – 2001. – 452с. §12.1. 				

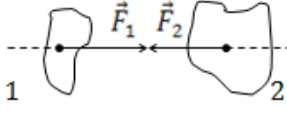
Форма заняття	Дата	Тема заняття	Питання іспиту	Форма контролю	Рейтинг оцінка (max)
Тема 4.2. Згасаючі та вимушені механічні та електромагнітні коливання					
Лекція		4.2.1. Згасаючі коливання	71 – 75	Опорний конспект	
		4.2.2. Вимушені коливання	76	Опорний конспект 4.2.2, 4.2.3	3+2
		4.2.3. Електричні вимушені коливання. Автоколивання і параметричні коливання	77 – 79	Опорний конспект	
Самостійне заняття		4.2.4. Згасаючі та вимушені коливання	71 – 79	Розв'язування задач	5
		4.2.6. Підготовка до лабораторної роботи “Дослідження згасаючих коливань”		Допуск	1
		4.2.8. Колоквіум за змістовний модуль 4	62 – 79	Усне опитування	10
		4.2.9. Звіт по задачах. Підготовка до контрольної роботи за I семестр		Усне опитування	10
Практичне заняття		4.2.5. Згасаючі та вимушені коливання	71 – 79	Тест	5
		4.2.10. Контрольна робота I семестр	3 – 79	Письмова робота	10
Лабораторна робота		4.2.7. Дослідження згасаючих коливань		Виконання, захист л.р.	1+3
Необхідно знати	Затухаючі та вимушені гармонічні коливання та їх характеристики. Явище резонансу				
Слід запам'ятати	Диференціальне рівняння затухаючих та вимушених гармонічних коливань та його розв'язок. Логарифмічний декремент затухання та добротність				
Треба вміти	Визначати параметри коливань під час резонансу та характеристики затухаючих коливань. Розв'язувати задачі				
Література	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бушок Г. Ф., Левандовський В. В, Півень Г. Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2001, – 448 с. §66 – 67, §170. 2. Трофимова Т. И. Курс фізики: Учебник для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 432 с. §146 – 152. 3. Трофимова Т. И. Краткий курс фізики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000, 352 с. Гл. 18. 4. Савельев И. В. Курс фізики: Учеб.: В 3-х т. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит; 1989. – 464 с. §70 – 71. 5. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 1 Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – 536с. §10.1 – 10.11. 6. Кучерук І. М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / За редакцією І. М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999 Т. 2. Електрика і магнетизм. – 2001. – 452с. §12.2 – 12.5. 				

ДОДАТОК А2
Опорний конспект

МЕХАНІКА



ДИНАМІКА

Три закони Ньютона		
<u>I Закон</u>	<u>II Закон</u>	<u>III Закон</u>
Перетворення Галілео	$F = m \frac{dv}{dt} + V \frac{dm}{dt}$	$F_1 = -F_2$
Закон додавання швидкостей $\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}$	$a = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{F}_i}{m}$	

Обертвий рух			
$\vec{M} = I \vec{\varepsilon}$ $\vec{\varepsilon} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{M}_i}{I}$	<u>Лінійні</u>	<u>Зв'язок</u>	<u>Кутові</u>
	\vec{S}	$S = \varphi R$	φ
	\vec{V}	$V = \omega R$	ω
	\vec{a}_τ	$a_\tau = \varepsilon R$	ε
	\vec{F}	$\vec{M} = \vec{F} * \vec{R}$	\vec{M}
m	$I = mR^2$	I	

ДОДАТОК АЗ
Картка-завдання

ДОДАТОК Б.1
Таблиця змінних

Змінна	Тип	Опис
x1,x2,y1,mh	Цілий	Початкові дані: положення передавальної та приймальної антен на місцевості та їх висоти
wl, st	Дійсний	Довжина хвилі та крок обчислення
y1min, y2min	Дійсний	Положення ПРД та ПРМ антен над нульовим рівнем
y2	Дійсний	Тимчасова змінна, в якій зберігається висота поточної точки при проведенні обчислень
am2	Дійсний	Амплітуда відбитої хвилі
aa_, aa_i, aa_d	Цілий	Масиви точок простору для яких проводиться розрахунок
aa_l	Цілий	Кількість точок простору для яких проводяться розрахунки
ll_a, ll_	Land	Спеціалізовані масиви для збереження ландшафту
tg_a	Дійсний	Тангенс кута нахилу площадки ландшафту
xx1,yy1,xx2,yy2	Дійсний	Координати точок проєкцій точки передавання та приймання на площину площадки
h1,h2	Дійсний	Довжини проєкцій точки передачі та прийому на площину площадки
lba, lba_	Дійсний	Відстань між точками передачі та прийому та шлях променів при відбиванні
lp	Дійсний	Відстань між проєкціями точок передачі та прийому
dl1,dl2	Дійсний	Відстань від проєкції точки передачі до країв площадки
lx	Дійсний	Відстань від проєкції точки передачі до точки відбиття
tg_m	Дійсний	Тангенс кута відбивання до площадки
tg_am	Дійсний	Тангенс кута відбивання до лінії землі

ДОДАТОК Б.2

Визначення висоти встановлення передавальної та приймальної антен над нульовим рівнем

```

ll_[0]:=ll_a[0];
L:=ll_a[0].x;
y2min:=0;
for i:=1 to high(ll_a) do begin
  L:=L+ll_a[i].x;
  ll_[i]:=ll_a[i];
  ll_[i].x:=ll_[i-1].x+ll_[i].x;
  if (ll_[i-1].x<x2)and(x2<=ll_[i].x) then begin
    tg_a:=(ll_[i].y-ll_[i-1].y)/(ll_[i].x-ll_[i-1].x);
    b:=ll_[i-1].y-ll_[i-1].x*tg_a;
    y2min:=tg_a*x2+b;
  end;
  if (ll_[i-1].x<x1)and(x1<=ll_[i].x) then begin
    tg_a:=(ll_[i].y-ll_[i-1].y)/(ll_[i].x-ll_[i-1].x);
    b:=ll_[i-1].y-ll_[i-1].x*tg_a;
    y1min:=tg_a*x1+b;
  end;
end.

```

ДОДАТОК Б.3

Визначення умови відкритості шляху променю

```

function isops(x1,y1,x2:integer;y2:real;ll_:array of land):boolean;
var a1,tgc,bc,xc1:real;
    k:integer;
begin
  result:=true;
  a1:=(y2-y1)/(x2-x1);
  for k:=1 to high(ll_) do begin
    tgc:=(ll_[k].y-ll_[k-1].y)/(ll_[k].x-ll_[k-1].x);
    bc:=ll_[k-1].y-ll_[k-1].x*tgc;
    if a1<>tgc then begin
      xc1:=(bc+a1*x1-y1)/(a1-tgc);
      if (ll_[k-1].x<xc1)and(xc1<ll_[k].x)and(xc1<x2) then result:=false;
    end;
  end;
end;

```

```

    end;
  end;
end.

```

ДОДАТОК Б.4 Функція для розрахунку інтеграла Зоммерфельда

```

function Fintc(u:real;koef:variant):real;
const step=0.05;
var x1,x2,pi2:real;
    i,c:integer;
    expc1,expc2,sum:variant;
begin
sum:=varcomplexcreate(0,0);
pi2:=pi/2;
c:=round(u/step);
for i:=1 to c do begin
    x1:=(i-1)*step;
    x2:=i*step;
    expc1:=varcomplexcreate(0,pi2*sqr(x1));
    expc2:=varcomplexcreate(0,pi2*sqr(x2));
    sum:=sum+step*( varcomplexexp(expc1) + varcomplexexp(expc2) )/2;
end;
result:=(0.5+(1/sqrt(2))*koef*sum).radius;
end.

```

ДОДАТОК Б.5 Визначення координат вершини перешкоди

```

function difamp(x1:integer;y1:real;x2:integer;y2,wl:real;koef:variant;ll_:array of land):real;
var max,u:real;
    k,imax:integer;
begin
max:=ll_[0].y;
imax:=0;
for k:=1 to length(ll_)-1 do begin
    if ll_[k].x>=x2 then break;
    if max<ll_[k].y then begin max:=ll_[k].y; imax:=k end;
end;
u:=ufunc(x1,y1,x2,y2,ll_[imax].x,ll_[imax].y,wl);
if ll_[1].x>=x2 then u:=7;
result:=1;
if u>6 then result:=1;
if (u>=-20)and(u<=6) then result:=fintc(u,koef);
if u<-20 then result:=0;
end.

```

ДОДАТОК Б.6 Визначення інтенсивності світла після проходження поляризатора та аналізатора

```

fi:=abs(a1p+df-a2a);
case round(fi) of 0..90:
    pfunc:=(0.5*(1-kp/100)*(1-ka/100))*sqr(cos(fi*pi/180));
91..180:
    pfunc:=(0.5*(1-kp/100)*(1-ka/100))*sqr(cos((180-fi)*pi/180));
181..270:
    pfunc:=(0.5*(1-kp/100)*(1-ka/100))*sqr(cos((fi-180)*pi/180));
271..360:
    pfunc:=(0.5*(1-kp/100)*(1-ka/100))*sqr(cos((360-fi)*pi/180));
end.

```


ДОДАТОК В1

Лістинг програми “Дослідження залежності напруги на клеммах джерела струму в колі при постійній ЕРС”

```
#include <vel.h>
#pragma hdrstop
#include<math.h>
#include "Unit1.h"
#include "conio.h"
#include "Unit2.cpp"
#include "About.h"
#include "Config.h"
#include "inifiles.hpp"
#include "Unit3.h"
#include <Math.hpp> //
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
int a=0;float D=0,TT=0, Coef1=1,Coef2=1;
struct my {int Del;int Lamda;float If;float Isd;}point[500];
OSVERSIONINFO osvi;// Дані для визначення
char szVersion [80];//i зберігання типу ОС
float peresch(float Del)//інтерполяція
{float tu[10]={800,1200,1600,2000,2400,2600,2800,3000,0};
float u[10]={400,450,520,620,750,850,970,1040,0};static float Rez=0,Lt[10];
Lt[0]=(((Del-tu[1])*(Del-tu[2])*(Del-tu[3])*(Del-tu[4])*(Del-tu[5])*(Del-tu[6]))/((tu[0]-tu[1])*(tu[0]-tu[2])*(tu[0]-tu[3])*(tu[0]-tu[4])*(tu[0]-tu[5])*(tu[0]-tu[6])));
Lt[1]=(((Del-tu[0])*(Del-tu[2])*(Del-tu[3])*(Del-tu[4])*(Del-tu[5])*(Del-tu[6]))/((tu[1]-tu[0])*(tu[1]-tu[2])*(tu[1]-tu[3])*(tu[1]-tu[4])*(tu[1]-tu[5])*(tu[1]-tu[6])));
Lt[2]=(((Del-tu[0])*(Del-tu[1])*(Del-tu[3])*(Del-tu[4])*(Del-tu[5])*(Del-tu[6]))/((tu[2]-tu[0])*(tu[2]-tu[1])*(tu[2]-tu[3])*(tu[2]-tu[4])*(tu[2]-tu[5])*(tu[2]-tu[6])));
Lt[3]=(((Del-tu[0])*(Del-tu[1])*(Del-tu[2])*(Del-tu[4])*(Del-tu[5])*(Del-tu[6]))/((tu[3]-tu[0])*(tu[3]-tu[1])*(tu[3]-tu[2])*(tu[3]-tu[4])*(tu[3]-tu[5])*(tu[3]-tu[6])));
Lt[4]=(((Del-tu[0])*(Del-tu[1])*(Del-tu[2])*(Del-tu[3])*(Del-tu[5])*(Del-tu[6]))/((tu[4]-tu[0])*(tu[4]-tu[1])*(tu[4]-tu[2])*(tu[4]-tu[3])*(tu[4]-tu[5])*(tu[4]-tu[6])));
Lt[5]=(((Del-tu[0])*(Del-tu[1])*(Del-tu[2])*(Del-tu[3])*(Del-tu[4])*(Del-tu[6]))/((tu[5]-tu[0])*(tu[5]-tu[1])*(tu[5]-tu[2])*(tu[5]-tu[3])*(tu[5]-tu[4])*(tu[5]-tu[6])));
Lt[6]=(((Del-tu[0])*(Del-tu[1])*(Del-tu[2])*(Del-tu[3])*(Del-tu[4])*(Del-tu[5]))/((tu[6]-tu[0])*(tu[6]-tu[1])*(tu[6]-tu[2])*(tu[6]-tu[3])*(tu[6]-tu[4])*(tu[6]-tu[5])));
Rez=u[0]*Lt[0]+u[1]*Lt[1]+u[2]*Lt[2]+u[3]*Lt[3]+u[4]*Lt[4]+u[5]*Lt[5]+u[6]*Lt[6];
if(Rez<400)Rez=400;return Rez;}
BOOL WeAreAlone(LPSTR szName)
{HANDLE hMutex=CreateMutex(NULL,TRUE,szName);
if (GetLastError()==ERROR_ALREADY_EXISTS)
{ CloseHandle(hMutex); return false;}return true;}
void moutp(short Adr=0,short Value=0)
if (osvi.dwPlatformId == VER_PLATFORM_WIN32_NT)//якщо операційна типу NT
{ FGiveIO->StopServicePP(); FGiveIO->RemoveService(); } Application->Terminate();}
BitBtn4->Enabled=false;} //-
void __fastcall TForm1::RadioButton5Click(TObject *Sender)
{Timer1->Interval=StrToInt(StaticText2->Caption);StaticText2->Enabled=true;
UpDown1->Enabled=true;} //-
void __fastcall TForm1::FormClose(TObject *Sender, TCloseAction &Action)
{
if (osvi.dwPlatformId == VER_PLATFORM_WIN32_NT)//якщо операційна типу NT
{FGiveIO->StopServicePP();FGiveIO->RemoveService();}} //
void __fastcall TForm1::FormCreate(TObject *Sender)
{if (WeAreAlone("Some_Unique_Name_Or_Other")); else {
Application->MessageBoxA("Даний додаток уже запущено!","Увага:",MB_OK+MB_SYSTEMMODAL+MB_
ICONINFORMATION);
Application->Terminate(); }OS();BorderStyle =bsNone; Left =0; Top =0; Width =Screen->Width; Height =Screen-
>Height;} //-
void __fastcall TForm1::BitBtn3Click(TObject *Sender)
{OKBottomDlg->Show();} //
```

```

void __fastcall TForm1::BitBtn4Click(TObject *Sender)
{StaticText1->Caption="";RadioButton1->Checked=true;//RadioGroup2->ItemIndex=0;
Timer1->Enabled=false;if (osvi.dwPlatformId == VER_PLATFORM_WIN32_NT)//
  { FGiveIO->StopServicePP(); FGiveIO->RemoveService(); }DlgConfig->Show();}
void __fastcall TForm1::FormShow(TObject *Sender)
{registering();if(regcontr)!=false){OKBottomDlg->Button1->Enabled=false;
}else { OKBottomDlg->Button1->Enabled=true; }
static int a=0;
TIniFile *Ini =new TIniFile (ExtractFilePath(Application->ExeName)+"Config.ini" );
Top  = Ini->ReadInteger( "Form", "Top", 100 );
Left  = Ini->ReadInteger( "Form", "Left", 100 );
Caption = Ini->ReadString( "Form", "Caption","Default Caption" );
a=Ini->ReadInteger( "System", "ACP", -1 );
if(a==1) {DlgConfig->CheckBox1->Checked=true; n=8; }
if(a==2) { DlgConfig->CheckBox2->Checked=true; n=10; }a=0;
a=Ini->ReadInteger( "System", "PortV",-1);
if(a==4) {DlgConfig->CheckBox4->Checked=true; Port=0x378; PortedLPT=1;}
if(a==5) {DlgConfig->CheckBox7->Checked=true;Port=0x378; PortedLPT=2; }
if(a==6) {DlgConfig->CheckBox8->Checked=true;Port=0x378; PortedLPT=3; }
if(a==7){DlgConfig->CheckBox9->Checked=true; Port=0x378; PortedLPT=4; } a=0;
  a=Ini->ReadInteger( "System", "PortT",-1);
if(a==4) {DlgConfig->CheckBox3->Checked=true; PortT=0x378; PortedLPT_T=1; }
if(a==5) { DlgConfig->CheckBox5->Checked=true; PortT=0x378; PortedLPT_T=2; }
if(a==6) { DlgConfig->CheckBox6->Checked=true; PortT=0x378; PortedLPT_T=3; }
if(a==7) { DlgConfig->CheckBox10->Checked=true; PortT=0x378; PortedLPT_T=4; }
/* Читання значень коефіцієнтів калібрування*/
Coef1=Ini->ReadFloat( "Tuning", "Coef1",1);Coef2=Ini->ReadFloat( "Tuning", "Coef2",1);
DlgConfig->StaticText1->Caption=Coef1;DlgConfig->StaticText2->Caption=Coef2;
delete Ini;} //
void TForm1::Razr(int type)
{if(type==1)n=8;if(type==2)n=10;}
void TForm1::Metr()
{d=T=0;if(Port==0x378){short a=0,b=0,t1=0,t2=0;d=e=t=0;
switch(PortedLPT)//присвоєння значень змінних для виведення в порт
switch(PortedLPT_T)// присвоєння значень змінних для виведення в порт
moutp(0x378,a+t1);
for(int i=0;i<10;i++)
{Sleep(1);moutp(0x378,b+t2);//виведення тактового імпульса
Sleep(1);static short temp1=0,temp2=0;
temp1=temp2=minp(0x379);if(PortedLPT==1) e=(~temp1)&8;
if(PortedLPT==2) e=(~temp1)&16;if(PortedLPT==3) e=(~temp1)&32;
if(PortedLPT==4) e=(~temp1)&64;if(PortedLPT_T==1) t=(~temp2)&8;
if(PortedLPT_T==2) t=(~temp2)&16;if(PortedLPT_T==3) t=(~temp2)&32;
if(PortedLPT_T==4) t=(~temp2)&64;
Sleep(1); /*знімання тактового імпульса*/
moutp(0x378,a+t1);
  if(e==8||e==16||e==32||e==64)
    if(n==10)
      switch (i)
        case 0:
          d=d+255;
          break;
        case 1:
          d=d+128;
          break;
        case 2:
          d=d+64;
          break;
        case 3:
          d=d+32;
          break;
        case 4:
          d=d+16;

```

```

        break;
        case 5:
            d=d+8;
        break;
        case 6:
            d=d+4;
        break;
        case 7:
            d=d+2;
        break;
        case 8:
            d=d+1;
        break;
        case 9:
            // d=d+1;
        break;
    }//if(e==8)
if(t==8||t==16||t==32||t==64)
if(n==10)
switch (i)
    case 0:
        T=T+255;
    break;
    case 1:
        T=T+128;
    break;
    case 2:
        T=T+64;
    break;
    case 3:
        T=T+32;
    break;
    case 4:
        T=T+16;
    break;
    case 5:
        T=T+8;
    break;
    case 6:
        T=T+4;
    break;
    case 7:
        T=T+2;
    break;
    case 8:
        T=T+1;
    break;
    case 9:
        // d=d+1;
    break;
} //if(t==8)
} //for /*Виведення значень вимірюваних величин*/
if(regcontr()!=false) {D=RoundTo(d/(94.649*Coef1),-3);
StaticText1->Caption=D;TT=RoundTo(T/(94.649*Coef2),-3);
StaticText4->Caption=TT;OKBottomDlg->Button1->Enabled=false;
} else
{   StaticText1->Caption="Unregistr";   StaticText4->Caption="Unregistr";   }
}}
void TForm1::ModifePort(int prt)
{Port=prt;}
void TForm1::modife_port()//функція змінює значення глобальних змінних
{if(DlgConfig->CheckBox4->Checked==true)PortedLPT=1;
if(DlgConfig->CheckBox7->Checked==true)PortedLPT=2;

```

```

if(DlgConfig->CheckBox8->Checked==true)PortedLPT=3;
if(DlgConfig->CheckBox9->Checked==true)PortedLPT=4;
if(DlgConfig->CheckBox3->Checked==true)PortedLPT_T=1;
if(DlgConfig->CheckBox5->Checked==true)PortedLPT_T=2;
if(DlgConfig->CheckBox6->Checked==true)PortedLPT_T=3;
if(DlgConfig->CheckBox10->Checked==true)PortedLPT_T=4;}
void __fastcall TForm1::UpDown1Click(TObject *Sender, TUDBtnType Button)
{Timer1->Interval=UpDown1->Position;}//
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{try{
if(regcontr()!=false)
{point[StringGrid1->ColCount-1].Del=StrToInt(LabeledEdit1->Text);
StringGrid1->Cells[StringGrid1->ColCount-1][1]=ceil(peresch(StrToFloat(LabeledEdit1->Text)));point[StringGrid1->
ColCount-1].Lamda=ceil(peresch(StrToFloat(LabeledEdit1->Text)))*StringGrid1->Cells[StringGrid1->ColCount-1][
0]=D;
point[StringGrid1->ColCount-1].If=D;StringGrid1->Cells[StringGrid1->ColCount-1][1]=TT;
point[StringGrid1->ColCount-1].Isd=TT; }else
{ StringGrid1->Cells[StringGrid1->ColCount-1][0]="Unregistered";
StringGrid1->Cells[StringGrid1->ColCount-1][1]="Unregistered";
StringGrid1->Cells[StringGrid1->ColCount-1][2]="Unregistered";
StringGrid1->Cells[StringGrid1->ColCount-1][3]="Unregistered";
StringGrid1->Cells[StringGrid1->ColCount-1][2]=InputBox("Іф", "Введіть", "0");
point[StringGrid1->ColCount-1].If=StrToFloat(StringGrid1->Cells[StringGrid1->ColCount-1][2]);StringGrid1->Cells[
StringGrid1->ColCount-1][3]=InputBox("Ісд", "Введіть", "0");
point[StringGrid1->ColCount-1].Isd=StrToFloat(StringGrid1->Cells[StringGrid1->ColCount-1][3]);//
/*Добавлення колонок в таблиці*/
StringGrid1->ColCount++;Button2->Enabled=true;}
catch (...)
{ Application->MessageBoxA("Невірно введені дані!!!Потрібні цілі значення в полях. Поділki та Довжина
хвилі!!!","Увага:",MB_OK+MB_SYSTEMMODAL+MB_ICONINFORMATION); } //
void __fastcall TForm1::CheckBox2MouseUp(TObject *Sender,
TMouseButton Button, TShiftState Shift, int X, int Y)
{Series3->Clear();static int i=0;bool temp =1;
for(int i=0;i<StringGrid1->ColCount-1;i++) {Series3->AddXY(point[i].Isd,point[i].If,"",clRed); } //
void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
{StringGrid1->ColCount--;} //
void TForm1::Coef1_Set(float A){Coef1=A;} //
void TForm1::Coef2_Set(float A){Coef2=A;} //
void TForm1::registering()
{__int64 A;DWORD VSNumber,NUM;
char NameBuffer[MAX_PATH];char SysNameBuffer[MAX_PATH];
DWORD MCLength;DWORD FileSF;
GetVolumeInformation("C:\\",NameBuffer, izeof(NameBuffer),&VSNumber,&MCLength,&FileSF,SysNameBuffer,
sizeof(SysNameBuffer));NUM=VSNumber;NUM=_lrotl(NUM,2);Form1->R.Number=NUM;
OKBottomDlg->StaticText12->Caption=Form1->R.Number;}//

```

ДОДАТОК В2

Лістінг вихідного коду мікропрограми контролера

```

#pragma AVRPART ADMIN PART_NAME ATmega16
#pragma AVRPART MEMORY PROG_FLASH 16384
#pragma AVRPART MEMORY EEPROM 512
#pragma AVRPART MEMORY INT_SRAM SIZE 1024
#pragma AVRPART MEMORY INT_SRAM START_ADDR 0x60
_rx_buffer:
.BYTE 0x64
.CSEG
_usart_rx_isr:
MOV R30,R16
ANDI R30,LOW(0x1C)
BRNE _0x3
MOV R26,R4

```

```
    LDI R27,0
    SUBI R26,LOW(-_rx_buffer)
    SBCI R27,HIGH(-_rx_buffer)
    ST X,R17
    INC R4
    LDI R30,LOW(100)
    CP R30,R4
    BRNE _0x4
    CLR R4
_0x4:
    INC R6
    LDI R30,LOW(100)
    CP R30,R6
    BRNE _0x5
    CLR R6
    SET
    BLD R2,0
_0x5:
_0x3:
    LD R16,Y+
    LD R17,Y+
    LD R30,Y+
    OUT SREG,R30
    LD R30,Y+
    LD R27,Y+
    LD R26,Y+
    RETI
_getchar:
    ST -Y,R16
    OUT 0x1A,R30
    CLR R7
    CLR R8
_0x1C:
    LDI R30,LOW(16384)
    LDI R31,HIGH(16384)
    CP R7,R30
    CPC R8,R31
    BRSH _0x1E
    CALL SUBOPT_0x0
    IN R30,0x19
    ST -Y,R30
    RCALL _putchar
    CBI 0x18,3
    RJMP _0x1C
_0x1E:
    LDI R30,LOW(550)
    LDI R31,HIGH(550)
    ST -Y,R31
    ST -Y,R30
    CALL _delay_ms
_0x1F:
    CALL _getchar
    CPI R30,LOW(0x53)
    BREQ _0x1F
    RJMP _0xD
_0x22:
    RJMP _0x22
_putchar:
    sbis usr,udre
```

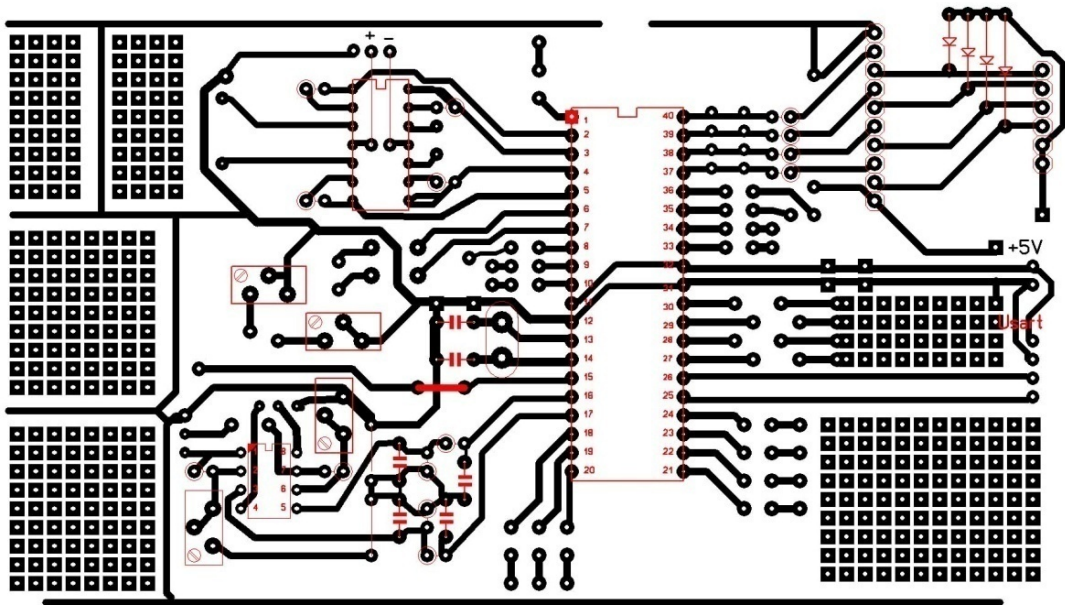
```

rjmp_putchar
ld r30,y
out udr,r30
    ADIW R28,1
    RET
__LSRW12:
TST R30
MOV R0,R30
MOVW R30,R26
BREQ __LSRW12R
__LSRW12L:
LSR R31
ROR R30
DEC R0
BRNE __LSRW12L
__LSRW12R:
RET
__END_OF_CODE.

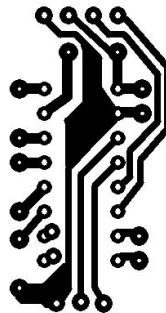
```

ДОДАТОК В3

Монтажна плата цифрового вимірювально-керуючого комплексу



Друківана плата інтерфейсного блоку



ДОДАТОК Г
Статистика сайту www.efizika.org.ua

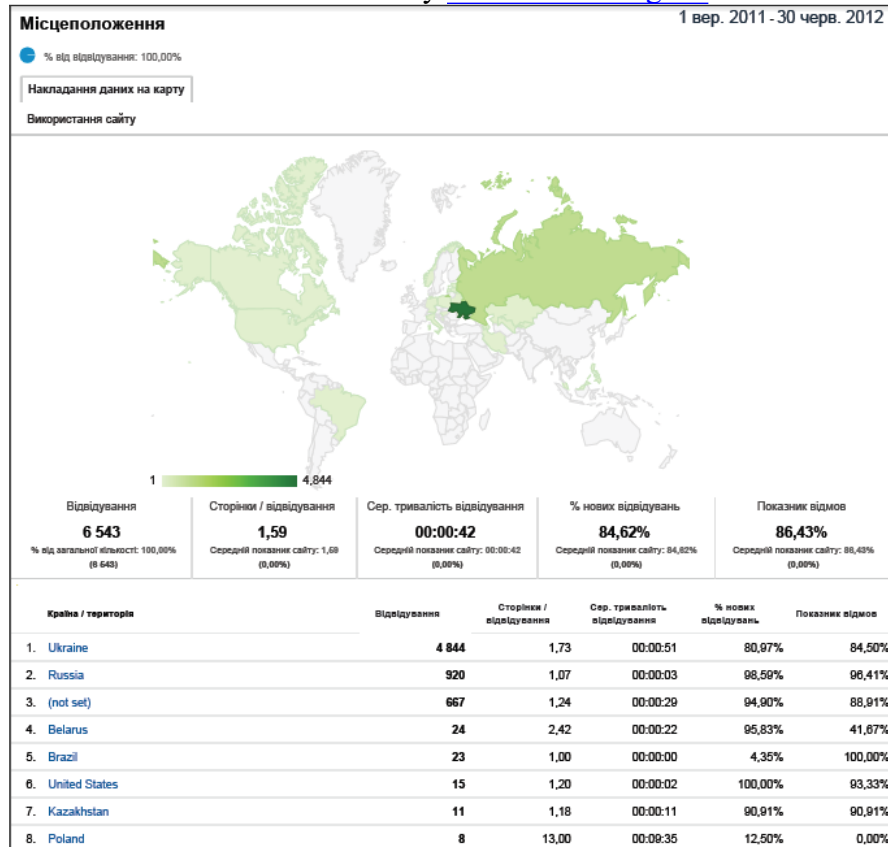


Рис. Г.1. Огляд аудиторії сайту за 2011–2012 навчальний рік з накладенням даних на карту світу

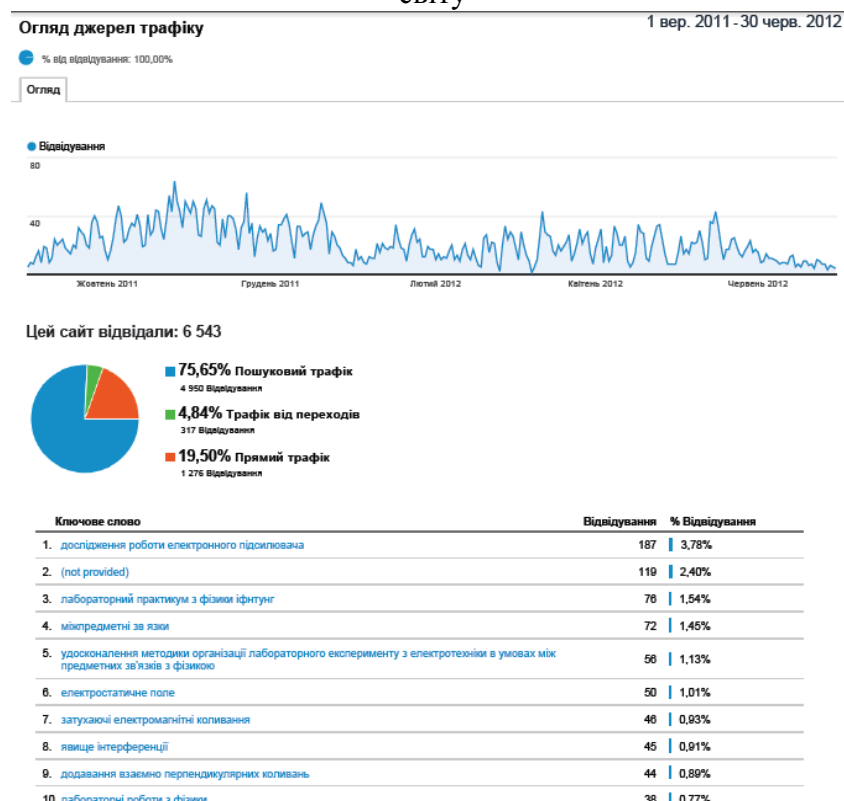


Рис. Г.2. Огляд джерел трафіку та ключових слів за 2011–2012 навчальний рік

ДОДАТОК Д

Методика "Мотивація навчання у вузі" (Т.І.Льїна)

При створенні цієї методики автор використовував ряд інших методик. В ній наявні три шкали: "здобування знань", "оволодіння професією", "отримання диплома". В опитувальник, для маскування, автор методики включила ряд фонових тверджень, які в подальшому не опрацьовуються.

Інструкція

Відмітьте вашу згоду знаком "+" або незгоду – знаком "-" – з нижче наведеними твердженнями.

Текст опитувальника

1. Найкраща атмосфера на заняттях – це атмосфера вільних висловлювань.
2. Зазвичай я працюю з великим напруженням.
3. У мене рідко бувають головні болі через пережиті хвилювання і неприємності.
4. Я самостійно вивчаю ряд предметів, які, на мою думку, необхідні для моєї майбутньої професії.
5. Яку з притаманних вам рис ви більше всього цінуєте? Напишіть відповідь поруч .
6. Я вважаю, що життя потрібно присвятити обраній професії.
7. Я відчуваю задоволення від розв'язування на заняттях важких задач.
8. Я не бачу сенсу в більшості робіт, які ми виконуємо у вузі.
9. Велике задоволення мені приносить розповідь знайомим про мою майбутню професію.
10. Я середній студент, ніколи не буду хорошим, і тому не бачу сенсу прикладати зусилля, щоб стати кращим.
11. Я вважаю, що в наш час не обов'язково мати вищу освіту.
12. Я впевнений у правильності вибору своєї професії.
13. Від яких притаманних вам якостей ви б хотіли позбутися? Відповідь напишіть поруч.
14. При можливості я використовую на іспиті шпаргалки, конспекти і т.д.
15. Найкраща пора в житті - це студентські роки.
16. У мене дуже неспокійний сон.
17. Я вважаю, що для повного оволодіння професією, всі дисципліни потрібно вивчати однаково добре.
18. При можливості я би поступив у інший ВНЗ.
19. Зазвичай, я спочатку беруся за легкі завдання, а складні залишаю на кінець.
18. При виборі професії для мене було важко зупинитися на одній з них.
19. Я можу спокійно спати після будь-яких неприємностей.
22. Я впевнений, що моя професія дасть мені моральне задоволення і матеріальний достаток в житті.
23. Я вважаю, що мої друзі здатні вчитися краще, ніж я.
24. Для мене дуже важливо мати диплом з вищою освітою.
25. З деяких практичних міркувань цей вуз найбільш зручний для мене.
26. У мене досить сили волі, щоб вчитися без нагадувань з боку адміністрації.
27. Життя для мене майже завжди пов'язане з величезною напругою.
28. Іспити потрібно здавати, витрачаючи при цьому мінімум зусиль.
29. Є багато вузів, в яких би я міг вчитися з таким же інтересом.
30. Яка з притаманних вам якостей найбільше заважає вчитися? Відповідь напишіть поруч.
31. Я людина, яка дуже всім захоплюється, і всі мої захоплення пов'язані з моєю майбутньою роботою.
32. Хвилювання через іспит чи роботу, яка не виконана вчасно, часто заважають мені спати.
33. Висока заробітна плата після завершення вузу для мене не головне.

34. Мені треба бути в дуже хорошому настрою, аби підтримати спільне рішення групи
35. Я повинен був поступити до вузу, щоб зайняти відповідний соціальний статус, і не йти в армію.
36. Я вивчаю матеріал для того, щоб стати професіоналом, а не для іспиту.
37. Мої батьки хороші спеціалісти, і я хочу бути схожим на них.
38. Для просування по службі, мені необхідно мати вищу освіту.
39. Яка з ваших якостей допомагає вам вчитися? Відповідь напишіть поруч.
40. Мені дуже важко змусити себе вивчати ті дисципліни, які прямо не пов'язані з моєю спеціальністю.
41. Мене сильно турбують можливі невдачі.
42. Найкраще я вчуся після відповідного стимулювання, коли мене підхльостують.
43. Мій вибір даного вузу – остаточний.
44. Мої друзі мають вищу освіту, і я не хочу від них відставати.
45. Щоби в чомусь переконати групу, мені приходиться самому дуже наполегливо працювати.
46. В мене, переважно, хороший настрій.
47. Мене приваблює легкість, зручність майбутньої професії.
48. До вступу у вуз, я багато цікавився цією професією, багато читав про неї.
49. Моя професія найважливіша і найперспективніша.
50. Мої знання про цю професію були достатніми для впевненого вибору даного вузу.

Обробка результатів. Ключ до опитувальника.

Шкала “здобування знань” - за згоду з твердженням по п. 4 проставляється 3,6 бала; по п. 17 – 3,6 бала; по п. 26 – 2,4 бала; за незгоду з твердженням по п. 28 – 1,2 бала; по п. 42 – 1,8 бала

Максимум – 12,6 бала.

Шкала “оволодіння професією” – за згоду по п. 9 – 1 бал; по п. 31 – 2 бала, по п. 33 – 2 бала, по п. 43 – 3 бала; по п. 48 – 1 бал і по п. 49 1 бал.

Максимум – 10 балів.

Шкала “отримання диплому” – за незгоду по п. 11 – 3,5 бала; за згоду по п. 24 – 2,5 бала; по п. 35 – 1,5 бала; по п. 38 – 1,5 бала і по п. 44 – 1 бал.

Максимум – 10 балів.

Питання по п. 5, 13, 30 є нейтральними до цілі опитувальника і в опрацювання не включаються.

Висновки. Перевага мотивів за першими двома шкалами свідчить про адекватний вибір студентом професії і задоволеність нею.

Додаток Е

Таблиця Е.1

Результати дослідження стану мотивації навчальної діяльності за методикою
“Мотивація навчання у ВНЗ”

Мотиваційна шкала методики “Мотивація навчання у ВНЗ”	Рівні сформованості							
	Контрольна група				Експериментальна група			
	початковий	низький	середній	високий	початковий	низький	середній	високий
Мотивація отримання знань	2 6,9	13 44,8	9 31,0	5 17,3	4 13,8	15 51,7	7 24,2	3 10,3
Мотивація оволодіння майбутньою професією	3 10,3	10 34,5	11 37,9	5 17,3	4 13,8	12 41,4	9 31,0	4 13,8
Мотивація отримання диплома	2 6,9	8 27,6	13 44,8	6 20,7	3 10,3	9 31,0	12 41,4	5 17,3

Таблиця Е.2

Результати дослідження стану сформованості когнітивної та операційної сфер майбутніх фахівців телекомунікацій

Стан сформованості когнітивної та операційної сфер	Рівні сформованості							
	Контрольна група				Експериментальна група			
	початковий	низький	середній	високий	початковий	низький	середній	високий
Якість знань	6 20,7	13 44,8	6 20,7	4 13,8	7 24,2	15 48,9	5 17,3	2 6,9
Професійна направленість знань	24 82,8	2 6,9	2 6,9	1 3,4	24 82,8	2 6,9	3 10,3	0 0
Якість умінь	14 48,2	7 24,2	7 24,2	1 3,4	16 55,1	7 24,2	5 17,3	1 3,4
Ступінь самостійності у навчальній діяльності	8 27,6	16 55,2	4 13,8	1 3,4	9 31,0	17 58,7	3 10,3	0 0

Таблиця Е.3

Результати дослідження ефективності навчальної діяльності за “Методикою оцінки ефективності навчальної діяльності студентів”

Рівні сформованості	
Контрольна група	Експериментальна група

Шкала “Методики оцінки ефективності навчальної діяльності студентів”	початковий	низький	середній	високий	початковий	низький	середній	високий
Мотиваційна підсистема	5 17,3	10 34,5	9 31,0	5 17,3	6 20,7	11 37,9	8 27,6	4 13,8
Операційна підсистема	8 27,6	9 31,0	10 34,5	2 6,9	10 34,5	10 34,5	8 27,6	1 3,4
Інформаційна підсистема	6 20,7	9 31,0	9 31,0	5 17,3	6 20,7	10 34,5	9 31,0	4 13,8
Регуляторна підсистема	6 20,7	8 27,6	12 41,4	3 10,3	7 24,2	9 31,0	10 34,5	3 10,3

ДОДАТОК Ж

Таблиця Ж.1

Результати дослідження стану мотивації навчальної діяльності за методикою
“Мотивація навчання у ВНЗ” (Контрольний зріз)

Мотиваційна шкала методики “Мотивація навчання у ВНЗ”	Рівні сформованості							
	Контрольна група				Експериментальна група			
	початковий	низький	середній	високий	початковий	низький	середній	високий
Мотивація отримання знань	1 3,4	10 34,5	10 34,5	8 27,6	0 0	6 20,7	4 13,8	19 65,5
Мотивація оволодіння майбутньою професією	2 6,9	8 27,6	13 44,8	6 20,7	0 0	4 13,8	7 24,2	18 62,0
Мотивація отримання диплома	1 3,4	7 24,2	13 44,8	8 27,6	1 3,4	6 20,7	13 44,8	9 31,0

Таблиця Ж.2

Результати дослідження стану сформованості когнітивної та операційної
сфер майбутніх фахівців телекомунікацій (Контрольний зріз)

Стан сформованості когнітивної та операційної сфер	Рівні сформованості							
	Контрольна група				Експериментальна група			
	початковий	низький	середній	високий	початковий	низький	середній	високий
Якість знань	0	14	11	4	0	9	14	6

	0	48,3	37,9	13,8	0	31,0	48,3	20,7
Професійна направленість знань	10 34,5	11 37,9	6 20,7	2 6,9	4 13,8	9 31,0	7 24,2	9 31,0
Якість умінь	0 0	17 58,7	11 37,9	1 3,4	1 3,4	5 17,3	16 55,2	7 24,2
Ступінь самостійності у навчальній діяльності	7 24,2	12 41,4	9 31,0	1 3,4	2 6,9	7 24,2	13 44,8	7 24,2

Таблиця Ж.3

Результати дослідження ефективності навчальної діяльності за “Методикою оцінки ефективності навчальної діяльності студентів” (Контрольний зріз)

Шкала “Методики оцінки ефективності навчальної діяльності студентів”	Рівні сформованості							
	Контрольна група				Експериментальна група			
	початковий	низький	середній	високий	початковий	низький	середній	високий
Мотиваційна підсистема	2 6,8	10 34,5	10 34,5	7 24,2	1 3,4	4 13,8	8 27,6	16 55,1
Операційна підсистема	3 10,3	10 34,5	13 44,9	3 10,3	1 3,4	5 17,3	16 55,2	7 24,1
Інформаційна підсистема	3 10,3	8 27,6	12 41,4	6 20,7	0	5 17,3	7 24,1	17 58,6
Регуляторна підсистема	2 6,9	9 31,0	13 44,8	5 17,3	0	6 20,7	14 48,3	9 31,0