ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ АПН УКРАЇНИ

На правах рукопису

Стучинська Наталія Василівна

УДК 378. 147:378.4:61:53.577

ІНТЕГРАЦІЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ТА ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

13.00.02 - теорія та методика навчання (фізика)

Дисертація
на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук

Наукові консультанти:

Ляшенко Олександр Іванович,
дійсний член АПН України,
доктор педагогічних наук, професор

Чалий Олександр Васильович,
член-кореспондент АПН України,
доктор фізико-математичних наук,
професор

Київ – 2008

ЗМІСТ

ВСТУП 5

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ. ФУНДАМЕНТАЛЬНА ПРИРОДНИЧО-НАУКОВА ПІДГОТОВКА ЛІКАРІВ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА 19

1.1. Трансформації вищої освіти: кінець XX – початок XXI століття 19

1.2. Роль та місце фундаментальних загальноприродничих дисциплін у системі вищої медичної освіти 24

1.3. Становлення та розвиток фізичної та математичної освіти у медичних університетах: історичний аспект проблеми..... 32

1.4. Аналіз концепцій фізичної та математичної освіти у медичних університетах: зарубіжний досвід 42

1.5. Науково-методичні основи побудови цілісної системи навчання дисциплін фізико-математичного циклу в медичних університетах..... 58

Висновки до розділу І 70

РОЗДІЛ ІІ. ПОБУДОВА СУЧАСНОЇ КОНЦЕПЦІЇ ТА МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ 73

2.1. Теоретичні і методичні засади реалізації принципу інтеграції фундаментальної та фахової підготовки при вивчені курсу "Медична та біологічна фізика"..... 73

2.2. Конструювання змісту інтегрованих навчальних дисциплін фізико-математичного циклу, що вивчаються у медичному університеті. Інваріантна та варіативна складові курсу “Медична і біологічна фізика”, їх роль у підготовці лікарів різного фаху 94

2.3. Побудова логіко-дидактичної структури та модульне конструювання навчальної дисципліни “Медична і біологічна фізика”..... 116

2.4. Математичні та фізичні моделі як засіб інтеграції фундаментальної та фахової підготовки при вивчені дисциплін фізико-математичного циклу в

системі медичної освіти …… 145
2.5. Особистісно орієнтована модель вивчення фізико-математичних дисциплін …….. 165
2.6. Внутрішньо предметні зв'язки між складовим інтегрованого курсу "Медична та біологічна фізика" ……..... 181
Висновки до розділу II ……..... 194
РОЗДІЛ III. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН СТУДЕНТІВ МЕДИЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ПАРАДИГМИ ОСВІТИ 198
3.1. Освітньо інформаційне середовище як засіб інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів при вивченні фізико-математичних дисциплін …….....……..... 198
3.1.1. Методика проведення лекційних занять з курсу "Медична та біологічна фізика …….... 198
3.1.2. Методика проведення лабораторних занять з курсу "Медична та біологічна фізика" в медичному університеті з використанням сучасних інформаційних технологій .....……..... 222
3.1.3. Розвиток творчої діяльності студентів при організації самостійна роботи з використанням проектної технології ……..……..... 247
3.1.4. Індивідуальна дослідницька робота студентів 252
3.2 Методика вивчення основ математичного аналізу студентами медичного та фармацевтичного факультетів ..……..……..... 272
3.3. Теорія та практика навчання стохастиці при підготовці майбутніх лікарів та фармацевтів …….....……..... 286
3.4. Забезпечення наступності шкільного та університетського курсів фізики .. 300
Висновки до розділу III ……..……..... 325
РОЗДІЛ IV. КОНТРОЛЬНО-ОЦІНЮВАЛЬНИЙ КОМПОНЕНТ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ДИСЦИПЛІН У МЕДИЧНИХ УНІВЕРСИТЕТАХ ……..... 329
4.1. Оцінювання успішності студентів при модульно-рейтинговій системі

організації навчального процесу 329
4.1.1.Вибір шкали оцінювання ……..... 333
4.1.2. Надійність, валідність, роздільна здатність методу оцінювання 340
4.2. Поточний та підсумковий модульний контроль успішності студентів …… 353
4.3. Оцінювання вихідного рівня знань у контексті особистісно орієнтованого навчання …….....……..... 367
4.4. Статистичний аналіз результатів оцінювання успішності за шкалою ECTS 372
Висновки до розділу IV…….....……..... 379
РОЗДІЛ V. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ГНУЧКОЇ ВІДКРИТОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН У МЕДИЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ …….. 382
5.1. Організація і методика проведення педагогічного експерименту ……. 382
5.2. Сучасний стан проблеми: аналіз результатів констатувального педагогічного експерименту …… 386
5.3. Пошуковий етап експерименту …… 398
5.4. Формувальний та завершально-коригувальний педагогічний експеримент 405
5.5. Експертне оцінювання методичної системи, яка базується на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів …… 425
Висновки до розділу V…….....……..... 428
ВИСНОВКИ …….....……..... 432
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……..... 437
ДОДАТКИ 470

ВСТУП

Актуальність дослідження. Проблема вдосконалення науково-теоретичної та практичної підготовки майбутніх фахівців є однією з найактуальніших у світовій та вітчизняній професійній освіті. Сучасне суспільство має фундаментальну освітню потребу у формуванні особистості, здатної до саморозвитку і самовдосконалення; особистості, яка б легко адаптувалася до швидкозмінних соціальних та технологічних умов, мала високий інтелектуальний та творчий потенціал, вміла використовувати набуті знання як до розв'язання прикладних завдань, так і до виробництва нових знань. Якісна фахова освіта передбачає формування не лише вузькоспеціалізованих знань для безпосереднього виходу на ринок праці, а й дієвих довготривалих знань, які можуть бути забезпечені лише за умови їхньої фундаментальності. Підняття статусу фундаментальної підготовки потребує також гуманізація освіти, яка задекларована ключовою тенденцією парадигми сучасної освіти. Дійсно, якщо йдеться про реальне повернення освіти до людини, гуманізація означає не лише підвищення ролі гуманітарного і соціально-економічного компонентів, а й ролі фундаментальних природничо-наукових знань, оскільки фундаментальна складова у поєднанні з фаховою підготовкою здатна забезпечити професійну мобільність, а отже, і впевненість у завтрашньому дні.

Природничо-наукова підготовка майбутніх лікарів є базовою системотвірною ланкою у формуванні їхніх професійних знань та умінь. У циклі фундаментальних дисциплін, що вивчаються у вищих медичних навчальних закладах IV рівня акредитації, виокремлюють природничо-наукові і професійно орієнтовані фундаментальні дисципліни. Починаючи з 80-х і аж до 90-х років минулого сторіччя, частка природничо-наукового компоненту медичної освіти постійно знижувалася; сьогодні фундаментальні дисципліни (природничо-наукові разом із професійно орієнтованими фундаментальними) складають дещо менше чверті від загального обсягу годин. Тенденція зменшення загального відсотка природничо-наукових дисциплін у структурі підготовки лікарів відповідала загальнодержавній стратегії, зорієнтованій на професіоналізацію вищої медичної освіти, яка в практиці роботи вищих закладів освіти найчастіше негативно відображалась на процесі

вивчення саме природничо-наукових фундаментальних дисциплін. Наразі особливо відчутними є проблеми, що зумовлені недостатньою увагою до вивчення базових фундаментальних дисциплін, зокрема фізико-математичних дисциплін. У повсякденну медичну практику входять нові діагностичні та лікувальні методики: позитрон-емісійна томографія, магнітно-резонансна томографія, електронний парамагнітний резонанс, доплерографія, лапароскопічна та лазерна хірургія. Потребують базових фізико-математичних знань і такі актуальні для сучасної медицини проблеми, як розроблення методів візуалізації у медичній діагностиці, використання методів ядерної фізики в радіаційній медицині тощо. Упродовж останніх років сформувалася і стрімко розвивається нова галузь медицини – "громадське здоров'я" (*Public Health*), яка передбачає широке використання статистичних методів у плануванні та організації охорони здоров'я.

Дидактичні проблеми навчання фізико-математичних дисциплін на спеціальностях природничого, але нефізичного профілю впродовж останнього десятиліття активно досліджуються у вітчизняній і світовій педагогічній науці, проте свого втілення у завершених системних дослідженнях стосовно медичних університетів на сьогодні не знайшли. Не досліджувалися такі важливі методичні проблеми, як конструювання змісту інтегрованих природничих навчальних дисциплін та побудова їхньої логіко-дидактичної структури; оновлення змісту відповідно до нових досягнень фізики, медицини та суміжних дисциплін; посилення взаємозв'язку фундаментальності і фахової спрямованості навчання; забезпечення варіативності та альтернативності, гуманізації й демократизації навчально-виховного процесу; модернізація фізичної освіти на основі системно-діяльнісного підходу до навчання; формування фахових компетенцій при вивченні фундаментальних дисциплін; встановлення основних напрямів, принципів, чинників, показників і критеріїв інтенсифікації навчання студентів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. У науковій та методичній літературі не повною мірою віддзеркалюється науковий та соціальний контекст розвитку біофізичної та медичної науки на межі XX-XXI сторіч, який потребує переосмислення цілей і завдань, змісту, форм, методів і засобів навчання фізико-

математичних дисциплін у медичних університетах.

Окреслені вище проблеми визначають актуальність розроблення науково-обґрунтованої сучасної методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін у медичних університетах, яка б при належній фаховій спрямованості забезпечувала фундаментальність вивчення фізико-математичних дисциплін як базового складника природничо-наукової підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів.

У нашому дослідженні ми спиралися на роботи українських вчених О. В. Чалого, Я. В. Цехмістера, які висвітлюють широке коло дидактичних питань у галузі медичної та біологічної фізики; праці зарубіжних вчених В. Ф. Антонова, Ю. А. Владімірова, О. М. Ремізова, М. М. Лівінцева, Ф. Ярощика, К.Расела; при розробленні та впроваджені системи оцінювання навчальних досягнень студентів з фізико-математичних дисциплін у медичному університеті – праці І. Є. Булах та О. І. Ляшенка. В основу методичної системи покладені ідеї відомих вітчизняних дослідників у галузі дидактики фізики П. С. Атаманчука, О. І. Бугайова, Г. Ф. Бушка, С. У. Гончаренка, С. П. Величка, О. І. Іваницького, А. І. Касперського, О. І. Ляшенка, М. Т. Мартинюка, В. П. Сергієнка, Б. А. Суся, О. В. Чалого, М. І. Шута; дидактики математики М. І. Бурди, М. В. Працьовитого, З. І. Слєпкань.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконано відповідно до завдань державної національної програми “Освіта”, та тематичного плану наукових досліджень кафедри медичної та біологічної фізики Національного медичного університету імені О. О. Богомольця “Науково-методичні засади вивчення фізико-математичних дисциплін у вищій медичній школі у світлі сучасних досягнень природничих наук” (номер державної реєстрації 0107U 002889).

Мета дослідження полягає у розробленні та обґрунтуванні теоретико-методичних засад інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів при вивченні фізико-математичних дисциплін в умовах сучасної освітньої парадигми.

Об'єктом дослідження є процес навчання фізико-математичних дисциплін студентів медичних університетів, а саме: медичної та біологічної фізики на медичному, педіатричному, стоматологічному, медико-профілактичному факультетах; вищої математики, фізики, фізичних методів аналізу в медицині і фармації та основ теорії вимірювань на фармацевтичному факультеті.

Предмет дослідження – зміст, структура, методи, принципи, технології навчання фізико-математичних дисциплін у медичному університеті.

Гіпотеза дослідження: інтеграція фундаментально ї і фахової підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін стане ефективним засобом вдосконалення природничо-наукової складової системи медичної освіти, сприятиме опануванню фахово зорієнтованих навчальних дисциплін на якісно вищому рівні, цілеспрямовано готуватиме студентів до майбутньої професійної діяльності, забезпечуватиме дієвість знань на довготривалу перспективу, а отже професійну мобільність та конкурентоспроможність майбутніх фахівців медичної галузі.

Провідний концептуальний задум дослідження передбачає розробку та впровадження у навчальний процес медичних університетів відкритої та гнучкої методичної системи вивчення фізико-математичних дисциплін, в основу якої покладено єдність фундаментальної та професійної спрямованості процесу навчання.

Реалізація дидактичної системи з вищезазначеними прогнозованими характеристиками забезпечується: побудовою логіко-дидактичної структури інтегрованих фізико-математичних дисциплін та продуктивним її використанням при проектуванні та конструюванні змісту начального матеріалу; розробленням принципів добору, структурування, ущільнення та оновлення навчальної інформації відповідно до досягнень сучасної фізичної та медичної науки, профілю майбутнього фахівця, актуальних вимог розвитку особистості; розробленням дидактичного забезпечення, яке відображало б інформаційну та методологічну складові дисципліни і давало змогу реалізувати принципи особистісно орієнтованого навчання, забезпечувало нерозривність системних зв'язків фізичного знання та

навчального матеріалу інших природничо-наукових дисциплін. Методична система передбачає зміщення акцентів у формуванні цілей навчання фізико-математичних дисциплін у медичних університетах на розвиток інтелектуальних здібностей студентів, створення фундаменту для набуття фахових компетенцій, формування пізнавальної активності та самостійності, здатності до подальшої продуктивної фахової діяльності, формування важливих для особистості лікаря діалектично пов'язаних ментальних структур: запрограмованість на творчий пошук з одного боку, високу професійну та соціальну відповідальність – з другого.

Практичне втілення методичної системи потребує ефективного використання організаційно-технічних, методологічних та методичних підходів до навчання, оновлення та структурування змісту фізичної освіти, який акумулюватиме передові наукові досягнення із врахуванням пріоритетів у розвитку сучасної медицини; поглиблення фундаментальності інтегративних курсів у поєднанні з їх професійною спрямованістю; продуктивне доповнення традиційних технологій навчання інноваційними.

Реалізація принципу інтеграції фундаментальних та прикладних професійно орієнтованих знань обумовлює необхідність оновлення курсів фізико-математичних дисциплін як у аспекті змістового наповнення (наукових фактів, теорій, концепцій), так і в аспекті інтелектуальних умінь та навичок, які складають основу фахових компетенцій майбутнього лікаря, основу розвитку й самореалізації особистості. Усвідомлення провідної ролі фізики в системі природничо-наукових знань, оволодіння сучасними технологіями навчальної діяльності та методологією системного мислення, допоможе цілеспрямовано готувати студентів до майбутньої професійної діяльності та забезпечуватиме вивчення фахово зорієнтованих навчальних дисциплін на якісно вищому рівні, оскільки вивчення фахових дисциплін істотно залежить від того, наскільки якість та рівень організації природничо-наукової підготовки відповідає системотвірній ролі цих дисциплін у структурі наукових знань та фахової підготовки.

Відповідно до мети, об'єкта, концепції та гіпотези дослідження визначено його ***основні завдання:***

1. Дослідити історико-генезисний аспект становлення та розвитку фізичної науки в системі медичної освіти. Виявити основні закономірності та тенденції, актуальні проблеми та суперечності системи вивчення фізико-математичних дисциплін у медичних університетах з метою визначення теоретико-змістових засад для побудови сучасної дидактичної системи.

2. З’ясувати роль та місце фізико-математичних дисциплін у сучасній системі вітчизняної медичної освіти, а також медичної освіти країн ближнього та дальнього зарубіжжя. Виокремити складники, які забезпечили б системність та функціональність фундаментальних знань в умовах міждисциплінарної інтеграції, формуючи основу загальнотеоретичного фундаменту професійної підготовки, інтелектуального досвіду та інформаційної мобільності майбутнього лікаря.

3. Визначити конструктивні цілі навчання фізико-математичних дисциплін, які відповідають загальним цілям фахової підготовки лікаря, поєднують актуальні та перспективні потреби майбутніх фахівців медичної галузі. Розробити і теоретично обґрунтувати концепцію навчально-виховного процесу, методичну систему та розробити модель вивчення фізико-математичних дисциплін, використовуючи принцип взаємозв'язку фундаментальної та фахової підготовки.

4. Забезпечити реалізацію особистісно орієнтованого підходу на основі інтеграції актуальних та перспективних потреб студентів, посилення мотивації навчально-пізнавальної діяльності до здобування знань, принципів індивідуалізації та диференціації навчання, урізноманітнення форм, методів і засобів залучення студентів до участі у науковому і навчально-виховному процесі.

5. Розробити науково-методичні основи структурування та оновлення змісту інтегрованого курсу “Медична та біологічна фізика”, виходячи з конструктивних цілей, логіко-дидактичної структури, логіко-генезисного аналізу фізичного знання. Здійснити інтеграцію традиційних та інноваційних засобів навчання, розробити та впровадити комп’ютерно-орієнтований навчально-методичний комплекс вивчення фізико-математичних дисциплін у медичних університетах.

6. Розробити систему організації самостійної навчальної діяльності, яка б ґрунтувалася на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки студентів і

відповідала умовам кредитно-модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП).

7. Проаналізувати систему оцінювання успішності з метою її вдосконалення та узгодження з розробленою дидактичною системою вивчення фізико-математичних дисциплін у медичному університеті.

8. Здійснити експериментальну перевірку ефективності розробленої методичної системи.

Теоретичну основу дослідження складають положення та висновки, що стосуються: розвитку педагогічних технологій вищої школи; концепції цілісного відображення складових частин науки (знань, методології, видів специфічної діяльності) у вивченні фундаментальних дисциплін; основних положень про єдність свідомості та діяльності; теорії поетапного формування розумових дій; принципів використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі; теоретичних засад педагогічного контролю знань; досліджень історичного аспекту вивчення фізики; ідеї про ядро й оболонку змісту фізичної освіти та тенденції його зміни; теорії і практики різних структурних побудов курсів фізики; обґрунтування принципів добору і конструювання навчального матеріалу; врахування закономірностей формування наукових понять, системи знань, навичок і умінь; формування наукового світогляду на основі методологічних знань і відповідного йому науково-теоретичного способу мислення; диференціації навчання; міжпредметних зв’язків фізики з іншими природничо-науковими дисциплінами та інтеграції курсів.

Методологічною основою дослідження є основні положення теорії пізнання, теорії особистості та її інтелектуального розвитку в процесі навчання. Психолого-педагогічну основу дослідження склали: концепції системного та діяльнісного підходів до організації навчального процесу в ВНЗ, диференційованого навчання, теорія особистісно орієнтованого навчання, теорія поетапного формування розумових дій. Методичною основою дослідження є основні положення теорії та методики навчання фізики, концепції фахово спрямованого вивчення фундаментальних природничих дисциплін.

Для вирішення поставлених завдань використані такі **методи дослідження**:

– теоретичні – вивчення, аналіз та узагальнення психолого-педагогічної, науково-методичної літератури, державних стандартів освіти, освітньо-кваліфікаційних характеристик медичних спеціальностей, навчальних планів, програм, підручників та навчальних посібників; порівняння, моделювання, класифікація та систематизація теоретичних та експериментальних даних, які дали змогу з'ясувати сучасний стан природничо-наукової підготовки майбутніх лікарів та актуальні проблеми медичної освіти;

– емпіричні – анкетування, інтерв'ювання, опитування, метод фокус-груп, спостереження, тестування, експертної оцінки, самооцінювання для встановлення рівня фізико-математичної підготовки студентів медичного університету;

– педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний та коригувальний) здійснювався з метою перевірки ефективності розробленої дидактичної моделі вивчення фізико-математичних дисциплін;

– статистичні методи опрацювання результатів дослідження і встановлення кількісних та якісних залежностей між досліджуваними явищами та процесами, обґрунтування та встановлення правомірності висновків, зроблених на основі педагогічного експерименту.

Наукова новизна здобутих результатів полягає в реалізації цілісного системного підходу щодо інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін як базової складової природничо-наукової підготовки у системі медичної освіти. В результаті дослідження:

– *вперше* на основі історико-генезисного аналізу запропонована періодизація етапів становлення фізичної освіти у медичних університетах, виокремлення та розвитку фізики як навчальної дисципліни, трансформації до сучасного інтегрованого курсу "Медична та біологічна фізика";

– *здійснено аналіз* концепцій вивчення фізико-математичних дисциплін у зарубіжних країнах, на підставі якого сформульовано сучасні вимоги до підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів;

– *розроблена* авторська *концепція* вивчення фізико-математичних дисциплін у медичних університетах: “Фізики”, “Медичної та біологічної фізики”, “Вищої математики”, яка базується на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів;

– *вперше* розроблена відкрита, гнучка дидактична система вивчення фізико-математичних дисциплін; відкритість дидактичної системи забезпечується систематичним оновленням змісту фізичної освіти, акумулюванням передових наукових досягнень з урахуванням пріоритетів у розвитку сучасної медицини та фізики; гнучкість – поглибленням фундаментальності інтегративних курсів у поєднанні з їх професійною спрямованістю та орієнтацією на фах майбутнього спеціаліста (медико-профілактична справа, лікувальна справа, стоматологія, фармація тощо), врахуванням індивідуальних особливостей студента, продуктивним доповненням традиційних технологій навчання інноваційними, забезпеченням можливостей для реалізації власної траєкторії навчальної діяльності;

– *запропонована* авторська модель навчальної діяльності з трирівневою ієрархічною структурою: базове фізичне ядро, методологія фізичних досліджень біологічних об'єктів, фахово орієнтовані компетенції, яка спрямована на формування цілісного наукового світогляду, способів мислення, орієнтованих на використання фундаментальних фізичних законів при розв’язанні фахових завдань;

– *вперше* обґрунтовано принципи модульного конструювання інтегрованої навчальної дисципліни “Медична та біологічна фізика” на основі її логіко-дидактичної структури та виокремлення інваріантної та варіативної складових;

– установлено, що організація самостійної навчальної діяльності студентів з використанням різнорівневої (допроектна, пропроектна та власне проектна діяльність) проектної технології інтегрованого характеру мотивується досягненням свідомо поставленої мети, завдяки чому активізується творчий потенціал студентів, підвищується рівень навчальних досягнень з фізики, інших природничо-наукових і фахових дисциплін, рівень формування фахових компетенцій;

– *удосконалено* методику діагностування навчальних досягнень студента, шляхом виявлення та усунення чинників, що знижують її ефективність,

використанням показників, що характеризують рівень фахово важливих компетенцій; розроблено практичні рекомендації щодо встановлення надійності, валідності та розрізнювальної здатності,

– *набула подальшого розвитку* система методологічних та методичних основ використання дидактичних засобів при проведенні лабораторних, практичних та лекційних занять з "Медичної та біологічної фізики" за рахунок дидактично обґрунтованого використання інформаційно-комунікаційних та інноваційних технологій навчання.

Практичне значення дослідження полягає у:

– створенні комплексу підручників та навчальних посібників для студентів медичних університетів, в основу яких покладена ідея інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів, зокрема: підручників та навчальних посібників "Медична та біологічна фізика", "Вища математика для лікарів та фармацевтів", "Вимірювання фізичних величин. Оцінка точності вимірювань"; методичних рекомендацій щодо вивчення фізики та вищої математики для студентів заочної форми навчання фармацевтичного факультету та іноземних студентів; методичних рекомендацій щодо вивчення стохастики та розробленні системи задач зі стохастики для біологів, лікарів та фармацевтів; методичному обґрунтуванні вивчення курсу "Медична та біологічна фізика" за модульним принципом;

– реалізації комп'ютерно-орієнтованого навчально-методичного комплексу, спрямованого на інтеграцію фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів при вивченні фізико-математичних дисциплін, який містить аудіовізуальні (наприклад, "Фізичні основи електрографії", "Фармакокінетичні моделі", "Вивчення нормального закону розподілу") та друковані засоби;

– створенні навчальних посібників для абітурієнтів "Фізика для абітурієнтів та учнів загальноосвітніх навчальних закладів", розробленні методичних рекомендацій щодо розгляду окремих питань біофізики при профільному вивченні шкільного курсу фізики.[

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в практику роботи Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця (довідка про впровадження № 120/3 від 28.08.08), Львівського державного університету ім. Д. Галицького (довідка № 97/2 від 01.12.2007), Харківського медичного університету (довідка № 295/2 від 25.12.07), Донецького національного медичного університету ім. М. Горького (довідка № 14 від 25.01.08), Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка (довідка № 40 від 03.11.08), Подільського аграрно-технічного університету (довідка № 71-09/3-650 від 17.11.08), Українського інституту екології людини (довідка № 29 від 13.11.08), Київського ліцею бізнесу (довідка № 169 від 13.11.08).

Вірогідність наукових результатів та висновків забезпечується: методологією вихідних позицій дослідження, відповідністю методів дослідження його меті та завданням, репрезентативністю вибірки, різнобічною апробацією основних положень дисертаційної роботи в педагогічному експерименті та впровадженням розробленої методичної системи в роботу медичних університетів, обговоренням теоретичних положень та конкретних результатів досліджень на різноманітних конференціях та наукових семінарах, застосуванням комплексу методів дослідження, які відповідають предмету і завданням; перевіркою запропонованої методики у вищих медичних навчальних закладах.

Особистий внесок дисертанта полягає в реалізації цілісного системного підходу до вивчення фізико-математичних дисциплін як базової складової природничо-наукової підготовки у системі медичної освіти; періодизації етапів розвитку фізичної освіти у медичних університетах; розробленні авторської, спрямованої на інтеграцію фундаментальної та фахової підготовки, концепції вивчення фізико-математичних дисциплін у медичних університетах: “Фізики”, “Медичної та біологічної фізики”, “Вищої математики”; розробленні відкритої та гнучкої дидактичної системи вивчення цих дисциплін; моделі навчальної діяльності, яка має трирівневу ієрархічну структуру і спрямована на інтеграцію фундаментальної та фахової підготовки; обґрунтуванні принципів модульного конструювання інтегрованої навчальної дисципліни “Медична та біологічна фізика”

на основі її логіко-дидактичної структури та виокремлення інваріантної та варіативної складових; розробленні принципів організації самостійної навчальної діяльності студентів з використанням проектної технології; вдосконаленні системи оцінювання навчальних досягнень студента; розвитку системи методологічних та методичних основ використання дидактичних засобів при проведенні лабораторних, практичних та лекційних занять з “Медичної та біологічної фізики”.

У статтях, опублікованих у співавторстві, до особистого внеску здобувача відносяться такі аспекти: обґрунтування принципів модульного конструювання інтегрованої навчальної дисципліни “Медична та біологічна фізика” на основі її логіко-дидактичної структури, методичні основи розроблення комплексної методики діагностики навчальних досягнень студента та рекомендацій щодо встановлення основних її характеристик (надійності, валідності, розрізнювальної здатності). Дисертантом визначено теми і зміст усіх доповідей на наукових конференціях, а також реалізовано їх оприлюднення.

Апробація результатів дослідження. Основні результати дослідження доповідалися на *міжнародних* науково-методичних та науково-практичних конференціях з проблем удосконалення навчально-виховного процесу з фізики та підготовки фахівців з вищою освітою: “Вища освіта в Україні: реалії, тенденції, перспективи розвитку” (Київ, 1996); “Проблемы физической и биомедицинской электроники” (Київ, 1996), “Реалізація основних напрямів реформування освіти в середніх і вищих навчальних закладах” (Херсон, 2000); “Актуальні проблеми навчання фізики у вищих освітніх закладах” (Львів, 2002); Перші міжнародні драгоманівські читання (Київ, 2003); II, III та IV Міжнародних конференціях “Стратегия качества в промышленности и образовании” (Варна, Болгарія, 2006, 2007 та 2008), XII та XIV Міжнародних науково-методична конференція “Стратегия развития образования эффективность, инновации, качество” (Москва 2006, 2008), Міжнародних науково-практичних конференціях “Засоби реалізації сучасних технологій навчання” (Кіровоград, 2007), “Засоби і технології сучасного навчального середовища” (Кіровоград, 2008), XI Міжнародна науково-методична конференція “Сучасні проблеми природничих наук та підготовка фахівців”

(Миколаїв, 2007), Міжнародній науковій Інтернет–конференції “Інновації в навчанні фізиці та дисциплін технологічної галузі: міжнародний та вітчизняний досвід” (Кам’янець-Подільський, 2008), Міжнародна науково-практична конференція “Інформаційно–комунікаційні технології навчання” (Умань, 2008), Міжнародній науковій конференції “Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації” (Кам’янець-Подільський, 2008), VII Міжнародній науково-практична конференція “Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі” (Кривий Ріг, 2008);

на *всеукраїнських* конференціях: “Шляхи удосконалення фундаментальної і професійної підготовки вчителів фізики” (Київ, 1996); “Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики” (Київ, 2000, 2002); “Всебічний розвиток особистості студента” (Ірпінь, 2001); “Інформаційні технології в освіті” (Мелітополь, 2001); “Проблеми підручника для вищої школи” (Вінниця, 2001); “Безперервна фізико-математична освіта: проблеми, пошуки, перспективи” (Бердянськ, 2007); “Діяльнісний підхід у навчально-пошуковому процесі з фізики” (Рівне, 2002); “Засоби і методи навчання фізики” (Чернігів, 2002); “Проблеми трудової та професійної підготовки” (Слов’янськ, 2002), “Проблеми сучасної дидактики фізики в основній школі” (Умань, 2003), “Інтеграція української медичної освіти в європейський та американський медичний простір” (Тернопіль, 2006), “Засоби реалізації сучасних технологій навчання” (Кіровоград, 2006); а також на засіданнях *всеукраїнського семінару* “Актуальні проблеми викладання фізики” і щорічних *звітних наукових* конференціях Інституту педагогіки АПН України (2006, 2007), “Проблеми дидактики фізики та шкільного підручників фізики в світлі сучасної освітньої парадигми” (Кам’янець-Подільський, 2007).

Основні результати дослідження опубліковані в 70 наукових та науково-методичних працях, загальним обсягом понад 200 умовних друкованих аркушів. Серед них: 1 монографія; 2 підручники; 19 навчальних і навчально-методичних посібників, три з яких мають відповідні грифи МОН України та МОЗ України; 24 статті у фахових виданнях з педагогіки; 15 статей та тез у збірках матеріалів конференцій. Одноосібних публікацій – 33.

Кандидатська дисертація на тему “Пружні властивості та деформаційні ефекти в монокристалах дифосфида кадмію” захищена у 1988 році. Матеріали кандидатської дисертації у даному дослідженні не використовувались.

Структура дисертації. Дисертація складається із вступу, п’яти розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (441 найменуваня), 10 додатків; містить 108 рисунків та 18 таблиць. Повний обсяг дисертації 483 сторінки (437 сторінок – основна частина).

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ. ФУНДАМЕНТАЛЬНА ПРИРОДНИЧО-НАУКОВА ПІДГОТОВКА ЛІКАРІВ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА

1.1. Трансформації вищої освіти: кінець XX – початок XXI століття

Із середини 90-х років минулого століття триває глибоке реформування всієї вітчизняної освітньої системи. Головною причиною змін є те, що ”існуюча в Україні система освіти перебуває в стані, що не задовольняє вимог, які постають перед нею в умовах розбудови української державності, культурного та духовного відродження українського народу. Це виявляється передусім у невідповідності освіти ... суспільним потребам та світовим досягненням людства ” [117]. Важливим чинником процесів реформування є входження України в європейський освітній простір та реалізація двох загальноєвропейських проектів: створення до 2010 року європейського простору вищої освіти (EHEA) та європейського простору наукових досліджень (ERA), метою яких є перетворення Європи на світового лідера з економікою, що базується на знаннях.

Побудова системно-цілісної технології навчання фізико-математичних дисциплін неможлива без свідомого урахування процесів та тенденцій, що мають місце в українській освіті. Аналізуючи трансформації сучасної української освіти, В. Кремень [188] зазначає, що вони окреслені трьома основними концепціями: традиційною, раціоналістичною та гуманістичною (феноменологічною) і детерміновані інноваційними процесами і мають досить глибокі історичні джерела.

Зміст термінів "інновація", "інноваційний процес" на рівні теоретичного знання одним із перших намагався розкрити американський економіст Йозеф Шумпетер, який виділив три стадії змін: винахідництво – нововведення – дифузія [433]. У педагогічній теорії та практиці здебільшого інновації розглядають як такі зміни в освіті, які, зберігаючи все позитивне з накопиченого досвіду, позбавляють освітню систему наявних недоліків і переводять її (повністю чи частково) на новий рівень, якому притаманне істотне покращення умов та результатів функціонування [390, 391]. Тобто інновацією може бути й зміна, яка не несе в собі нової ідеї, але в цей момент та в цій ситуації має позитивне значення для навчально-виховного процесу.

Доцільним видається погляд К. Ангеловскі з посиланням на Е. Роджерса про те, що "новацію" потрібно розглядати як ідею, що є новою для конкретної ситуації, і немає значення, чи є ця ідея об'єктивно новою, чи ні [8, 35].Така позиція дає підстави розглядати новації як суб'єктивно детерміноване явище.

Багато актуальних для сучасної освіти новацій зародилося в період впровадження експериментальної педагогіки та психології (друга половина XIX століття) і базується на роботах А. Біне, О. Декролі, Е. Трондайка тощо. Основними ідеями того часу були: активізація навчальної діяльності через опору на життєвий досвід дитини (Дж. Дьюї); проголошення цінності індивідуальних особливостей; виявлення залежності дидактичних засобів навчання від потреб та інтересів учня. До радикальних педагогічних новацій Європи того часу відносять школу О.О'Нейла (Кірслі, Англія), який заперечував ідею "натаскування" книжковими знаннями і вважав за необхідне розвивати здібності до дій, навчати відповідальності, співробітництву, оскільки, на думку О. О'Нейла, набувши бажання читати і вміння розуміти прочитане, учні отримають значно більше, ніж сума книжкових знань [343]. Новітні педагогічні школи і концепції (вальдорфські школи, школа Монтессорі, дитячі будинки Я.Корчака, "Школа без примусу" С.Френе та інші) створювали умови для розвитку ідей індивідуальної освіти: опанування матеріалу в зручному темпі, розвиток індивідуальних здібностей, опора на життєвий досвід [157, с. 67-74]. До педагогічної термінології початку XIX ст. входять поняття «горизонтальних» та «вертикальних» здібностей. Горизонтальними здібностями володіє учень, який швидко опанує знаннями, але на відміну від учня, що володіє вертикальними здібностями, не може застосувати ці знання на практиці [157, с. 10].

У середині XX століття в педагогіці склалося дві протилежні за своїми концептуальними підходами парадигми: педагогічний традиціоналізм та реформаторська педагогіка. Послідовники *традиційної концепції* передбачали жорстке керування навчальним процесом, у якому визначальна роль належала вчителеві. Це породжувало авторитарність, пригнічувало самостійність та ініціативу. *Реформатори* ж виявляли глибокий інтерес до особистості дитини, продовживши тим самим ідеї експериментальної та прагматичної педагогіки.

"Практично весь новаторський рух проходив під гаслами розвернення школи до дитини, врахування її нахилів, індивідуальних особливостей, дбайливого ставлення до особистості учня, подолання педагогічного авторитаризму" [268, с.128-129]. Завдяки зусиллям педагогів-реформаторів гуманістична педагогіка у другій половині XX століття "із сфери елітарного експерименту перейшла в масову школу" [268, с.128-129].

У сфері дидактики того часу з'являється низка ідей, впровадження яких є актуальним і в системі сучасної освіти: метод проектів [173, с. 22-23], Дальтон-план [246], метод міжпредметних курсів [389] тощо. Основними цілями освіти проголошуються досягнення власного успіху, соціальна кар'єра. Американські педагоги (Г. Рагг, А. Шумакер та ін.) підкреслювали, що головним критерієм при складанні шкільної програми має стати інтерес дитини, а головним дидактичним засобом – метод навчання через діяльність з опорою на трудове навчання та виховання [429]. Незважаючи на те, що ідеї педагогів-реформаторів не набули масового характеру і рідко використовувались у "чистому вигляді", їх роль надзвичайно важлива, оскільки саме вони утвердили новий напрям інноваційних пошуків, предметом яких стає індивідуалізація навчання, акцент на самостійну роботу, опора на діяльнісний підхід у навчанні.

Демократичними тенденціями в освіті позначилися 50 – 80-ті роки минулого століття: прогресивні зарубіжні педагоги (Б. Блум, Дж. Брунер, Р.Раньє, А. Комбс, А. Маслоу, Г. Олпорт, Р. Тайлер) ініціюють ідеї антиегалітаризму, диверсифікації та полікультурної освіти. Такий підхід пропонував широкі можливості для забезпечення кожної дитини загальною освітою згідно з її індивідуальними здібностями на основі варіативності, диференціації, неперервності [118]. Спонукальним чинником було невдоволення освітян класно-урочною системою, збільшенням навчального навантаження, науково-теоретичним рівнем вимог, жорстким дисциплінарним контролем. Для освіти цього періоду характерне співіснування традиційної, раціоналістичної та феноменологічної моделей.

Обґрунтовуючи концепцію так званого відкритого навчання, де зміст і темпи навчання співвідносяться з можливостями учня, К. Роджерс визнає ефективним

лише навчання когнітивного та пошукового типів. Перший передбачає оволодіння певним обсягом знань, другий – використання власного життєвого досвіду [427, 428]. До дидактичних моделей пошукового характеру відносять дослідницькі методики, ігрове навчання, дискусії. Серед таких моделей – запропонований американським біологом та педагогом Дж. Швабом метод під назвою "запрошення до дослідження", методи "повного засвоєння знань" (Дж. Керолл: вважає, [400, с.723 – 724], що за умов раціонального використання ресурсів навчального часу, індивідуалізованого навчання та роботи в оптимальному для учня темпі всі психічно та фізично здорові учні здатні засвоїти будь-який навчальний предмет шкільного курсу), "спільної навчальної діяльності", "інтегрованого навчання" тощо.

Особливого значення набули ідеї соціальної залежності французького філософа та педагога Е. Дюркгейма та біопсихологічна концепція, яка спирається на ідеологію психологів та педагогів гуманістичного спрямування. На думку Дюркгейма, особистості в колективі думають, відчувають та ведуть себе інакше, ніж коли вони ізольовані один від одного, тобто має місце свого роду синергетичний ефект, за якого взаємодія стає визначальним чинником. Згідно з біопсихологічною концепцією акценти з навчання переносяться на освіту, оскільки саме такий підхід за А.Маслоу забезпечує умови для самоактуалізації. В освітніх процесах знаходять відображення філософські ідеї структуралізму, які своїм генезисним походженням завдячують посиленню ролі математичних методів дослідження. Структорологічний підхід стає визначальною особливістю таких педагогічних нововведень, як алгоритмізація дій та технологій, модульне структурування навчального матеріалу. Негативними результатами таких процесів виявилися невисокі показники ефективності самостійної роботи, її непродуктивність, аморфна роль педагога, відсутність чіткої системи у навчанні, проблеми з оцінюванням результатів успішності [118].

Кардинальні зміни соціально-політичного та економічного характеру відбулися у 80 – 90-ті роки минулого століття, які називають періодом "вибуху" (І. Бестужев-Лада). Саме тоді інноваційні педагогічні процеси спрямовуються до таких

освітніх проблем: диференціація освіти; пошуки нових педагогічних технологій на основі впровадження інформаційно-комунікаційних систем; глобалізація освітніх процесів, пов’язані з нею інтеграційні процеси та потреба у збереженні національної ідентичності; подолання суперечностей між темпами соціально-культурного розвитку та потребами сучасного суспільства. Активізується діяльність наукових центрів та лабораторій з розробки моделей освітнього середовища ("ефективні школи" Р. Едмонса, С.Перрі, М.Смітта та ін.). Наприклад, запропонована Едмонсом п’ятифакторна модель складається з таких компонентів: контроль за якістю навчання, забезпечення учнів збалансованим планом навчальних дисциплін, створення ділової та психологічно комфортної атмосфери, формування професійної установки на успіх, чіткі та обґрунтовані критерії оцінювання успішності. Моделі С. Перрі та М. Смітта орієнтують на плановий характер керування, стабільність та професійність кадрів, кваліфікація яких систематично підвищується, регламентований навчальний план, постійне оприлюднення успіхів, колегіальний стиль співробітництва.

Реалізація головних цілей інноваційного розвитку відбувається і в змісті освіти. Істотного значення набуває компетентісна парадигма. Ідею збагачення освіти компетентостями, які забезпечують безпечність життя й роботи, охоплюють професійні та технічні навички було розвинуто в низці документів, затверджених на засіданнях Європейської ради. Європейська довідкова система містить вісім найважливіших копетентностей: спілкування рідною мовою, спілкування іноземною мовою, математична компетентність та базові компетентності в галузі науки й техніки, інформаційна компетентність, навчатися вчитися, міжкультурна й соціальна компетентності, громадянська компетентність, підприємливість, культурна виразність [419].

Провідна роль серед кращих світових навчальних закладів у багатьох сферах належить американським університетам. На думку авторів [251, с. 14], передумовами такого явища є: збільшення асигнувань на наукову діяльність в університетах; впровадження модульно-рейтингової системи навчання та оцінювання; збільшення обсягу самостійної роботи; розвиток клінічної епідеміології

та клінічних випробувань; нове розуміння стандартизації, контролю якості і впровадження їх не лише у виробництві, а й у медицині, освіті.

Упродовж XX століття освітні ініціативи пройшли шлях від намірів та ідей через упровадження в локальних педагогічних осередках до створення державних та наддержавних інфраструктур з координації інноваційних процесів та підтримки наддержавних утворень. Аналіз історико-генезисних витоків інновацій, що спостерігаються в сучасній українській освіті, і досвіду їх впровадження допомагає уберегтися від процесів, які, за визначенням М. Поташника, є квазіінноваційними і зумовлені, з одного боку, соціально-економічними потребами змін в освіті, з іншого – нехтуванням таким інструментарієм педагогічних досліджень, як експертиза, діагностика, аналіз. Дотримуючись принципів управління складними відкритими нелінійними системами з урахуванням цінного вітчизняного досвіду ми поділяємо думку К. Д. Ушинського, що жодна із зарубіжних теорій чи систем не може бути механічно перенесена в іншу країну [347]. Оновлення освіти "вимагає опрацювання на теоретико-методологічному, дидактичному, психологічному, фінансово-економічному, управлінському та інших рівнях таких підходів і рішень, які б відповідали вимогам сьогодення і водночас мали б випереджувальний характер, були б перспективними" [296, с. 421].

1.2. Роль та місце фундаментальних загальноприродничих дисциплін у системі вищої медичної освіти

Загальні вимоги до структури вищої медичної освіти та освітніх програм, умов їхньої реалізації, нормативів навчального навантаження та його максимального обсягу визначаються Законом України “Про вищу освіту” від 17.01.02., Постановою Кабінету Міністрів України від 20.01.98 № 65 (зі змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів № 677 від 23.04.99 та № 1482 від 13.08.99) та „Положенням про особливості ступеневої освіти медичного та фармацевтичного спрямування”, затвердженим наказом МОЗ України від 24.02.00 № 35, наказом МОН України від 31.06.98 № 285 „Про вимоги до державних стандартів”. Студенти в медичному університеті вивчають майже 80 навчальних дисциплін. Перелік та

обсяг дисциплін навчального плану базується на освітньо-професійних програмах, схвалених на засіданні комісії з напрямів "Медицина" та "Фармація" Науково-методичної ради МОН України. Освітньо-професійна програма структурована за циклами підготовки (табл. 1.1 та рис.1.1):

- гуманітарна та соціально-економічна;
- природничо-наукова;
- професійна;
- практична.

Таблиця 1.1

Розподіл кредитів за циклами навчальних дисциплін спеціальність "Лікувальна справа" (навчальний план 2002/2003 навчального року)

Цикли дисциплін	**Кількість кредитів**	**Кількість Годин**	**Відсоток від загального обсягу**
Гуманітарні та соціально-економічні	31	1674	12,92
Природничо-наукові (фундаментальні дисципліни)	41,5	2241	17,29
Професійно орієнтовані разом з професійно орієнтованими фундаментальними	149,5	8073	62,29
Професійно орієнтовані фундаментальні	12	648	5
Виробнича практика	18	972	7,50
Всього	**240**	**12960**	**100**

При розрахунку годин навчального плану, який діяв з 2002 року, виходили з того, що навчальний тиждень студента становить 54 години (1 кредит). Навчальний час, відведений для самостійної роботи студентів, становить не менше 1/3 і не більше 2/3 загального обсягу навчального часу, відведеного для вивчення конкретної дисципліни.

Наказом МОЗ України від 22.03. 2004 р. № 148 затверджена система заходів щодо реалізації положень Болонської конвенції у вищій медичній та фармацевтичній освіті й науці. Цим документом передбачено створення у п’яти провідних медичних університетах України регіональних центрів супроводження

Болонського процесу і визначена роль НМУ як базового з координації роботи з упровадження засад Болонської декларації в систему реформування вищої медичної освіти.

З 1 вересня 2005/2006 навчального року відповідно до наказу МОЗ України від 31.01.2005 р. №52 введено експериментальний навчальний план (ECTS - проект), за яким відбувається підготовка фахівців з вищою освітою освітньо-кваліфікаційного рівня "Спеціаліст" кваліфікації "Лікар" за спеціальностями 7.110101 "Лікувальна справа", 7.110104 "Педіатрія", 7.110105 "Медико-профілактична справа". Один кредит за цим планом дорівнює 30 годин.

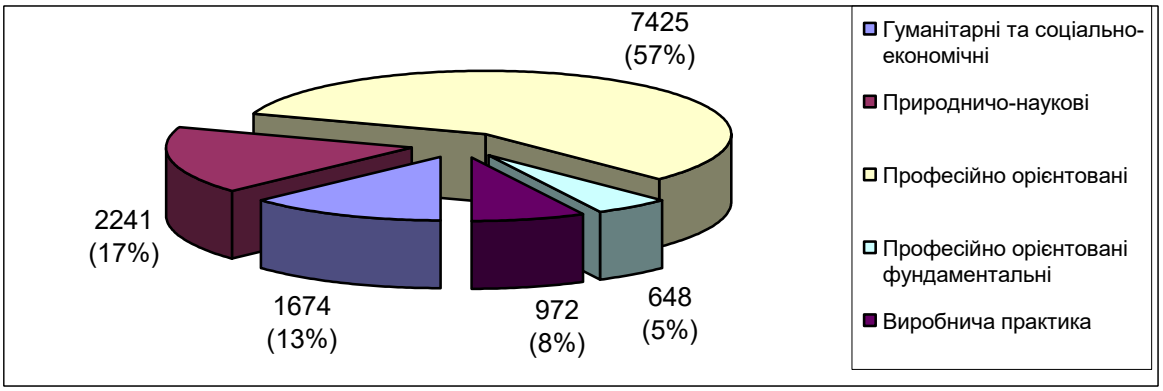


Рис. 1.1. Розподіл навчальних дисциплін, %, за циклами підготовки (спеціальність "Лікувальна справа", навчальний план 2002 р.)

Експериментальний навчальний план передбачає деякий перерозподіл годин між циклами підготовки майбутнього лікаря. Так, частка годин, які відводяться на природничо-наукову підготовку, збільшується з 17 % до 18 %, при цьому загальна кількість годин, відведених на їх вивчення, зменшується з 2133 до 2085, а аудиторних з 1400 до 1370. Зменшилась з 15 до 9 кількість дисциплін, що входять до циклу соціально-економічної підготовки, та скорочена від 13% до 11% частка годин, що відводяться на їх вивчення; при цьому кількість аудиторних годин на їх вивчення скоротилась істотно – від 824 до 520. Це цілком закономірно з огляду на інтеграцію української медичної освіти у європейський освітній простір. Соціально-економічні дисципліни в медичній освіті країн-членів ЄС складають приблизно 28-29 кредитів, у нас на їхнє вивчення відводилося понад 1500 год., що складає понад 50 кредитів.

Відбулися зміни і в структурі фахової підготовки: частка годин на їх вивчення зросла від 62 % до 67 %, при цьому загальна кількість годин залишилася незмінною, а кількість аудиторних дещо зросла.

Розглядаючи три основні цикли дисциплін у навчальному процесі, можна зазначити, що пріоритетне значення у підготовці лікарів належить професійно орієнтованим дисциплінам. Частка природничо-наукових дисциплін є невеликою: фундаментальні дисципліни (природничо-наукові разом із професійно орієнтованими фундаментальними) складають дещо менше чверті загального обсягу годин (табл. 1.2 та рис.1.2).

Таблиця 1.2

Розподіл годин між фундаментальними дисциплінами всередині відповідних циклів

Дисципліни	Кількість кредитів	Кількість Годин	Відсоток від обсягу годин
Природничо-наукові фундаментальні дисципліни			
Анатомія людини	8,5	459	21,5
Біонеорганічна, фізико- колоїдна та біоорганічна хімія	3	162	7,6
Гістологія , цитологія, ембріологія	5	270	12,65
Медична біологія	3	162	7,6
Медична та біологічна фізика	3	162	8
Біологічна хімія	4,5	243	11,4
Медична інформатика	1,5	81	3,8
Мікробіологія, вірусологія та імунологія	5	270	12,45
Нормальна фізіологія	6	324	15,2
Професійно орієнтовані фундаментальні дисципліни			
Патологічна анатомія	4	216	4,5
Патологічна фізіологія	4	216	4,5
Фармакологія та медична рецептура	4	216	4,5

У циклі фундаментальних дисциплін, що вивчаються у вищих медичних навчальних закладах IV рівня акредитації, виділено дві групи:

– природничо-наукові дисципліни, які покликані забезпечити фундаментальність освіти практично всіх фахових дисциплін, а також забезпечити світоглядну функцію – здобуття знань, необхідних для розуміння єдиної картини світу;

– професійно орієнтовані фундаментальні дисципліни, які забезпечують фундаментальність вивчення певних груп фахових дисциплін, а також надають систему знань, навичок та умінь, потрібних у трудовій діяльності за обраним фахом.

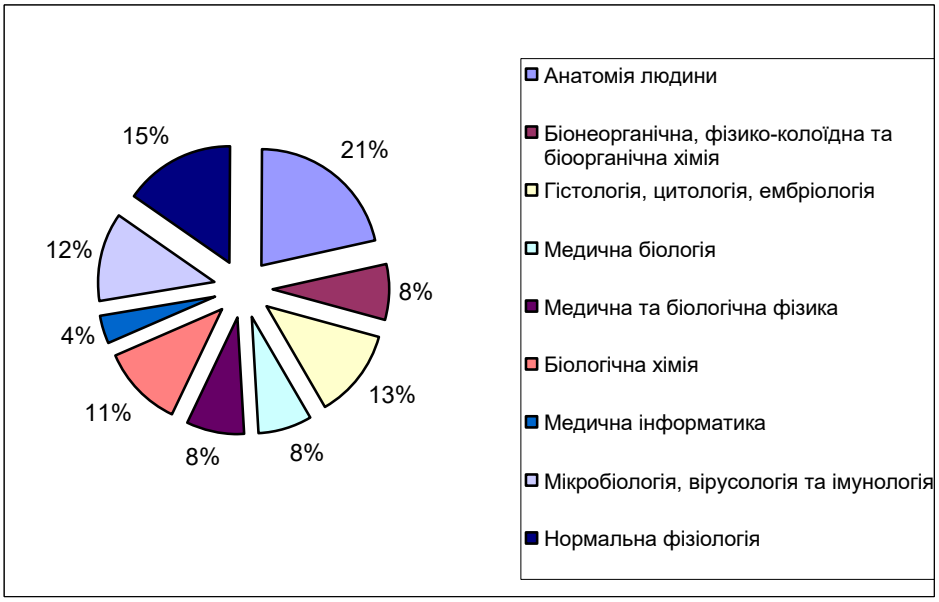


Рис. 1.2. Розподіл кредитів (годин), %, між природничо-науковими фундаментальними дисциплінами (спеціальність "Лікувальна справа", навчальний план 2002 р.)

Студенти складають ліцензійний інтегрований іспит, який складається з двох тестових – "Крок 1" та "Крок 2". Тестовий екзамен "Крок 1" є семестровим і вимірює показники якості фахової компоненти базової вищої освіти. Тестовий екзамен "Крок 2" є складовою державної атестації і вимірює показники якості фахової компоненти повної вищої освіти.

З 2004 року введено новий навчальний план підготовки фахівців за спеціальністю "Фармація". Розподіл годин всередині циклу природничо-наукової підготовки спеціальності "Фармація" подано на рис. 1.3.

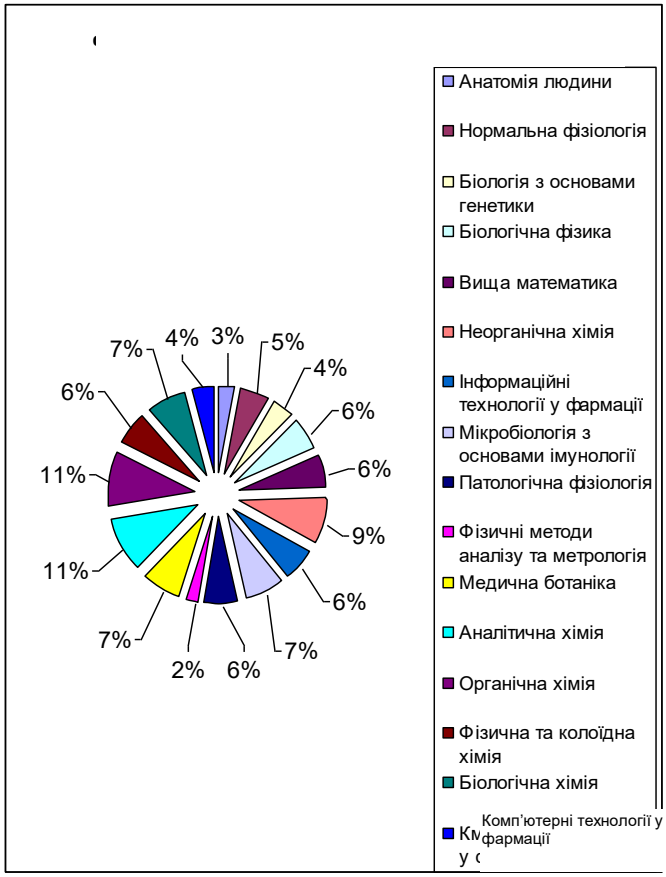


Рис. 1.3. Розподіл годин між природничо-науковими дисциплінами, %, (спеціальність "Фармація", навчальний план 2004 р.)

Структура навчального плану є предметно-інтегрованою і зорієнтована на дотримання логічної послідовності вивчення дисциплін, які складають відповідні цикли підготовки: гуманітарної та соціально-економічної, природничо-наукової, професійної та практичної. На вивчення природничо-наукових дисциплін відведено близько 25% від загальної кількості годин. На фармацевтичному факультеті вища математика вивчається окремим курсом (162 год.). Крім біологічної фізики, фармацевти вивчають також фізичні методи аналізу та метрологію.

Зміст навчальної дисципліни визначається її положенням у структурно-логічній схемі взаємозв'язків з іншими дисциплінами. Медична та біологічна фізика вивчається на І курсі паралельно з такими фундаментальними дисциплінами, як медична біологія, біонеорганічна, фізико-колоїдна та біоорганічна хімія, на цьому ж курсі розпочинається вивчення таких фундаментальних дисциплін, як анатомія

людини та гістологія, цитологія та ембріологія. Курс "Медична та біологічна фізика" разом з біологією та хімією є базою для вивчення не тільки практично усіх природничо-наукових професійно зорієнтованих фундаментальних дисциплін, а й таких фахових, як загальна гігієна та екологія людини, соціальна медицина, променева діагностика та променева медицина, радіаційна медицина, офтальмологія, професійні хвороби, внутрішні хвороби з фізіотерапією тощо. Базою для вивчення курсу біофізики служать шкільні дисципліни: насамперед фізика, а також математика, біологія.

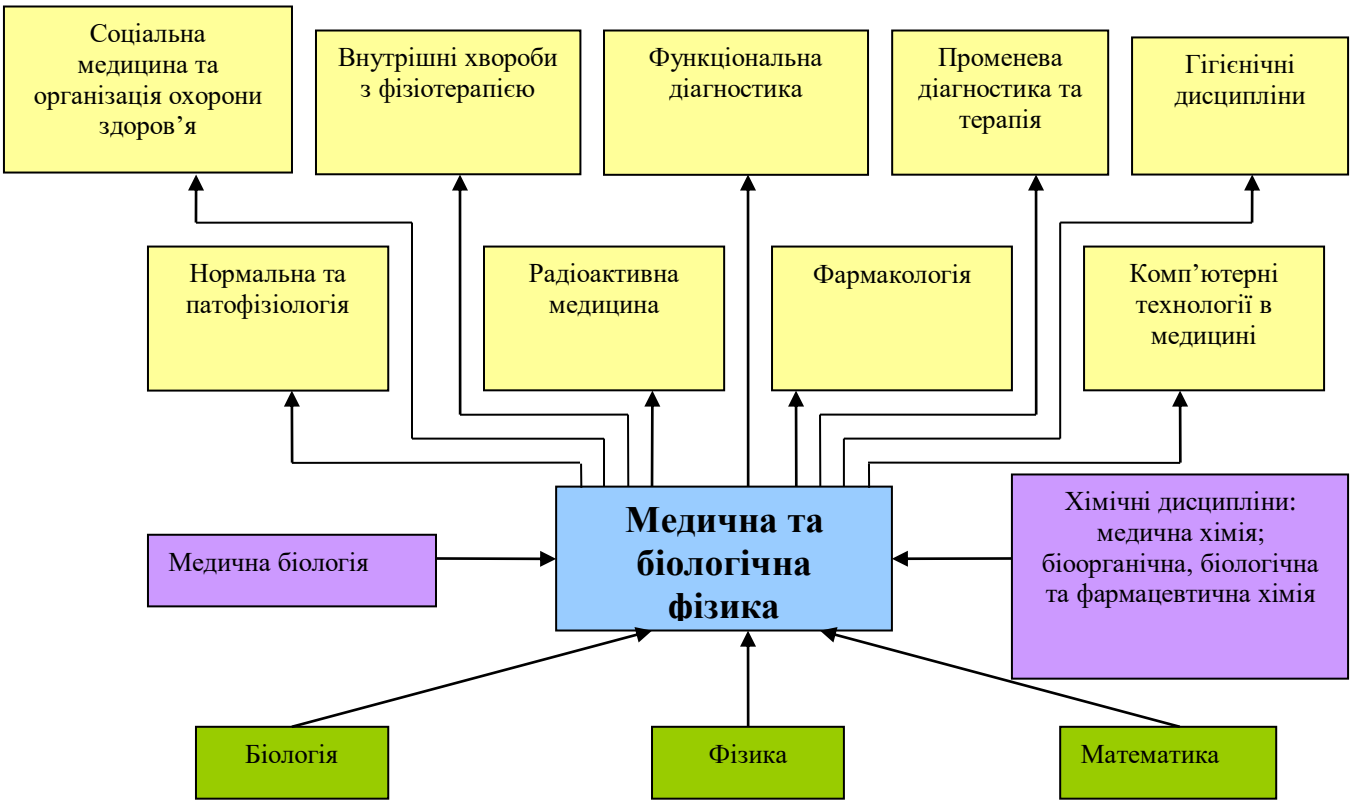


Рис. 1.4. Положення курсу "Медична та біологічна фізика" у структурі медичної підготовки

Значна кількість фахових дисциплін спирається на ті чи інші фундаментальні наукові теорії. З кожним роком зростає роль фізичних та математичних методів у всіх галузях природознавства. Тому очевидно, що наукове знання фізики та математики може й повинно бути ефективно задіяним в організації всього спектра загально- та вузькопрофільних дисциплін. Базою для підготовки майбутніх фахівців медичної галузі нерідко є знання, які на перший

погляд не пов’язані з фаховою діяльністю, проте вони допомагають зрозуміти важливі аспекти явищ та процесів, що складають основу професійної діяльності.

Успішність вивчення фахових дисциплін значною мірою визначається тим, наскільки якість та рівень навчального процесу при вивченні фундаментальних дисциплін відповідають їхній фундаментальній та системотвірній ролі в структурі фахової підготовки. Непокоїть стійка протягом останніх десятиліть тенденція до зменшення кількості годин та термінів, відведених на вивчення фундаментальних дисциплін, а також до значного зменшення частки лекційних годин у межах курсу.

Ще однією проблемою є те, що природничо-наукові та професійно зорієнтовані фундаментальні дисципліни процедурою узгодження пов'язані доволі формально. Часто домінує суто предметне, причому інколи не методологічне, а інформаційне навчання, елементний, а не системний підхід до професійної освіти. Повного узгодження програм із природничих та фахово зорієнтованих навчальних дисциплін досягнути важко, а іноді й неможливо, тому слід прагнути узгодження основного, принципово важливого матеріалу. Наприклад, вивчення явищ переносу речовини через мембрани та мембранних потенціалів передбачає наявність знань не лише з курсу "Загальної фізики", а й з біології, фізіології, гістології. Одним із істотних недоліків є неструктурованість діючих програм та нереальність поставлених завдань. Низька питома вага природничо-наукових дисциплін зумовлює низький рівень засвоєння теоретичного матеріалу та необґрунтоване перевантаження студентів. Додаткові труднощі створюють також різні концептуальні підходи до побудови навчальних предметів, система структурування у них навчального матеріалу, а також різні методологічні підходи до навчання.

Особливості вивчення природничо-математичних наук у вищих медичних закладах пов’язані з тим навантаженням, яке несуть фізика, хімія, біологія як базові загальноосвітні предмети, що формують загальноосвітні основи майбутніх фахових знань. Знання, здобуті при вивченні фундаментальних загальноприродничих дисциплін, служать довго, з плином часу вони доповнюються, обростають міжпредметними зв’язками, ускладнюються, постійно

зростають за значенням, збільшуються за обсягом. Крім інваріантного компонента, який включає фундаментальні закони, найважливіші поняття та методи дослідження, зміст природничо-наукових дисциплін складають знання, які забезпечують їх зв’язок із фундаментальними фаховими та фаховими дисциплінами, професійною практикою. Цілісний підхід до всього навчального матеріалу дає можливість встановити значущість природничо-наукових дисциплін і виокремити чинники, котрі забезпечують цілісність системи підготовки майбутніх спеціалістів, а саме:

- збалансований у часі й ієрархічній послідовності навчальний план;
- єдність інтерпретації категоріально-понятєвого апарату;
- наступність у формуванні знань та умінь;
- структурне забезпечення оптимального поєднання теоретичного, емпіричного та прикладного застосування знань та умінь; .
- чітка й строга структурованість навчального матеріалу;
- поетапність оволодіння знаннями.

Вивчення медичної фізики і окремих (тих, що є фахово орієнтованими) положень загальної фізики зорієнтовано здебільшого на їх використання при вивченні фахових дисциплін: кардіології, рентгенології, терапії, методів функціональної діагностики, гігієни, радіології тощо. Значна віддаленість у часі вивчення цих клінічних дисциплін вимагає наявності стабільних довготривалих знань основних фізичних законів та понять. Таким чином, орієнтуючи курс "Медична та біологічна фізика" на професійну підготовку студентів, актуальною є потреба в забезпеченні його фундаментальності та органічному поєднанні прикладної та фахової складових.

1.3. Становлення та розвиток фізичної та математичної освіти у медичних університетах: історичний аспект проблеми

Перші відомості про вивчення фізики в медичних навчальних закладах Російської імперії з'являються в середині XVIII століття. В "Реэстре публичных лекций, которые в Императорском Московском университете августа с 13

продолжаться имеют” зазначається, що в 1758 р. професор Йоганн Христіан Крештенс, доктор медицини та філософії, професор хімії та мінералогії для “предуготовления тех, кои медицине обучаться желают, от 8 до 10 часов в особливой для Математических, Физических и Медических лекций учрежденной Аудитории, преподавать имеет Физику Теоретическую и Экспериментальную” [148].

Однак є привід думати, що фізика в тому чи іншому вигляді вивчалася студентами-медиками дещо раніше, мабуть, з моменту створення медичних навчальних закладів. Аргументом на користь такого припущення може бути хоча б такий факт: першим завідувачем створеної в Петербурзі в 1725 році кафедри фізіології був Д. Бернуллі – видатний фізик, відомий своїми працями в галузі гідро- та гемодинаміки; потім цю ж кафедру очолював Леонард Ейлер, дослідження якого в галузі гідродинаміки та математики вивчаються студентами-медиками в сучасному курсі "Медична та біологічна фізика". В листі до Л. Ейлера Бернуллі писав: "Мені хотілося, щоб у Петербурзі були медики, які знають начала математики, особливо – механіку та гідравліку" [цит. за 338, с. 4] . На початку XVIII століття механіка, оптика та гідравліка відносились до математики (її називали на той час змішаною математикою), а ботаніка, зоологія та мінералогія – до фізики. Диференціація наук, у результаті якої фізика виділилась у окрему дисципліну відбулася у середині XVIII століття завдяки копіткій роботі Л. Ейлера, Д.Бернуллі, Ж.Лагранжа, М.Ломоносова, П.Лапласа, Ж.Д’аламбера.

Як зазначає в своїх роботах відомий російський дослідник історії медицини академік А. М. Сточник, приводом для читання лекцій з фізики студентам медичного факультету Московського університету став той факт, що Х. Крештенс, прибувши до Москви в кінці 1757 або на початку 1758 року, одразу був включений до складу комісії, яка приймала іспити у випускників філософського факультету, і офіційно висловив невдоволення рівнем знань з фізики та рівнем її викладання. На його думку, жоден із студентів не мав необхідних знань з механіки, на якій, по суті, базується вся фізіологія рухового апарату, гемодинаміка та уявлення про природу рефлексів: достатньо пригадати роботи Дж. Бореллі, Дж. Бальїві, Л. Белліні, С.

Санторіо, У. Гарвея, Р. Декарта. Аргументи Крештенса виявились достатньо переконливими, і йому було доручено викладання фізики як обов'язкової загальноосвітньої навчальної дисципліни для майбутніх лікарів. У протоколі засідання Університетської конференції від 4 липня 1758 року зазначається: "Г. Крештенс доложил, что он готов приступить после вакаций к своим лекциям по физике как во исполнения ордера Вашого Превосходительства, так и для подготовки студентов, которые пожелают в будущем заниматься изучением медицины" [148, с. 99– 107].

Однак після 1759 року фізика в розкладі лекцій медичного університету не зустрічається аж до 1819 року, коли вона стала рівноправним та обов'язковим предметом у вищій медичній освіті. У книзі С.П. Шевирєва "История императорского Московского университета, написанная к столетнему юбилею", зазначається, що "Якимъ Поповъ читалъ для Медиковъ Математику и Физику 4 года (1819-1823)", потім його замінив професор Веселовський і читав математику й фізику аж до 1830 року, а з 1830 року до 1835 року – професор Топоров. [378]. Там же міститься інформація про створення тимчасового комітету під керівництвом лейб-медика Маркуса, в «который стекаются ныне разные по сей части возникающие вопросы, и предварительному рассмотренію и обсужденію коего и будут подвергнуты и все дальнейшие виды Министерства по предмету Медицинскихъ наукъ » [378, с.28]. Це було першою спробою, висловлюючись сучасною мовою, розроблення стандартів медичної освіти. У прийнятій комітетом постанові зазначаються необхідні й допоміжні предмети, які належить вивчати медикам: "вспомагательные, необходимые для Медика и существенные на 12 кафедрах и систематически объемлющіе: 1) предметы, необходимые для изученія человека в здоровом и больномъ его состояніи, 2) излагающіе пособія для сохраненія и востановленія его здоровья, 3) занимающіеся примененіемъ врачебных пособій къ практике, 4) составляющіе Государственное Врачебноведение и заключающіе в себе приложеніе Физико-Медецинских сведеній к потребностям Государства, 5) представляющіе объем Медицины, способъ ея Изученія, ея Исторію и Литературу" [378, с.499].

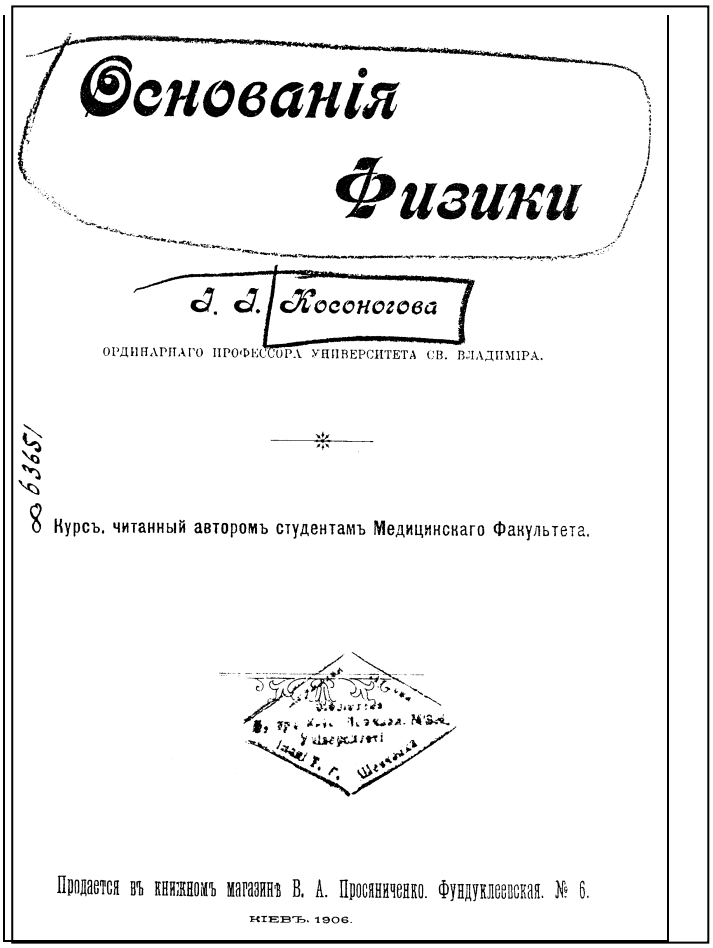
Про належне ставлення медиків того часу до фізики красномовно свідчить ще один факт. Після закінчення епідемії холери, перед початком нового навчального року була здійснена Божественна Літургія, молебень подяки, а після завершення церковних обрядів студентам-медикам "Профессор Перевощиковъ читал рассужденіе: о заслугахъ Ломоносова относительно наукъ Физическихъ" [378, 557].

У Києві 1834 року був відкритий університет у складі одного факультету – філософського з двома відділеннями: природничонауковим та історико-філологічним. Через рік відкрито юридичний факультет, а в 1841 році – медичний, від якого веде свій родовід Національний медичний університет імені О. О. Богомольця. Важлива роль у становленні курсу фізики на медичному факультеті належить ординарному професорові університету св. Володимира Й. Й. Косоногову (1866-1922рр.), який був автором відомого на той час підручника для середніх навчальних закладів "Концентричний підручник з фізики"(1908 р.), а також підручника для студентів університету [182]. У бібліотеці Національного університету ім. Т.Г. Шевченка можна знайти книгу Й.Й. Косоногова “Основанія физики. Курсъ, читаный авторомъ студентамъ Медицинского Факультета” (рис.1.5). Ця книга витримала п’ять видань і по суті була дещо спрощеним та адаптованим для студентів нефізичних спеціальностей курсом загальної фізики.

У 20 – 30-ті роки XX століття відбулася реорганізація медичних факультетів багатьох університетів у самостійні навчальні заклади. Інститут охорони здоров’я в Києві був створений у квітні 1920 року, а в грудні 1921 його перейменовано в Київський медичний інститут. У цьому ж році відкрито кафедру фізики, її першим завідувачем був професор Б. М. Янкович. У 1925 – 1929 роках кафедру очолював професор О. Г. Гольдман, який згодом став першим директором Інституту фізики НАН України.

Переважаючим видом занять були лекційні, хоча лекції доволі часто мали надто академічний характер. На думку деяких дослідників [297, 324], класична лекційна система не розрахована на залучення студента до активної самостійної роботи і з часом втрачатиме домінуюче значення, оскільки цю систему

започатковано ще в часи середньовіччя, коли друкованих книг або не було, або вони були надто дорогими. Альтернативною, на думку цих же авторів, є семінарсько-групова система, за якої між вступною і заключною лекціями професора студенти, розподілившись на групи, працювали над проблемами, сформульованими у вступній лекції. Намагання підвищити роль самостійної роботи студентів невдовзі набуло потворних форм. Наприклад, запозичені з практики американської школи системи організації занять –"Дальтон-план", метод проектів були впроваджені у вітчизняну вищу школу без належного обґрунтування і попередньої перевірки [173]. Заміна згодом цих систем бригадно-лабораторним методом занять ще більше погіршила якість підготовки кваліфікованих фахівців із природничих спеціальностей. Не зовсім вдалими виявилися спроби проводити заняття за лабораторною системою із застосуванням методу проектів [298].



Основанія Физики

Д. Д. Косоногова

ОРДИНАРНАГО ПРОФЕССОРА УНИВЕРСИТЕТА СВ. ВЛАДИМІРА.

Курсъ, читанный авторомъ студентамъ Медицинскаго Факультета.

Продается въ книжномъ магазинѣ В. А. Просяниченко. Фундуклеевская. № 6.

КІЕВЪ. 1906.

Рис. 1.5. Титульна сторінка першого виданого в Україні підручника з фізики для студентів медичного факультету

У 1930 році уведено обов’язковий облік відвідувань студентами всіх видів

практичних занять (семінарських, лабораторних тощо), однак відмінено обов’язкове відвідування лекцій студентами вищих навчальних закладів та учнями технікумів. Відвідування лекцій, згідно з наказом НКО СРСР, пропонувалося не контролювати [57]. Академічна година тривала 50 хв. Перерви між заняттями – 5–10, а в середині навчального дня – 20– 25 хв. У той час фізика у вищих медичних навчальних закладах зберігає статус обов'язкової навчальної дисципліни. Зауважимо, що майбутнім лікарям читався саме курс "Загальної фізики"; елементи профілізації були фактично відсутніми. Автор першого підручника для медичних інститутів С.А. Арцибашев у передмові писав: “Разбору специальних медицинских вопросов в учебнике отводится немного места. Мне кажется нецелесобразным тратить на это время, так как, с одной стороны, студенты не обладают нужными медицинскими знаниями, а с другой, громадное большинство преподавателей физики обладают смутными представлениями в области медицины”[14].

На думку вчених [178], позицію Арцибашева можна пояснити тим, що в 30-ті роки фізика мала значно менше точок дотику з медициною, ніж тепер, хоча зв'язок фізики й медицини все ж існував і був зумовлений:

- важливими закономірностями, які лежать в основі багатьох фізіологічних процесів як на рівні клітини, так і на рівні тканин та органів, а також на рівні всього організму та його взаємодії з навколишнім середовищем. Без розуміння цих процесів знання студентів не могли бути систематичними та цілісними;
- фізичними принципами, які лежать в основі діагностики захворювань і, з фізичними закономірностями, які є основою будови та дії багатьох пристроїв та медичних приладів.

Зарубіжний досвід фізичного аналізу медико-біологічних явищ та процесів у ці роки значно випереджав вітчизняний. З’явилася велика кількість навчальних посібників, наукової літератури, пов’язаної з проблемами медицини: гідродинамікою серцево-судинної системи, фізичними основами терморегуляції, оптичною системою ока, дослідженнями природи нервового імпульсу, процесами переносу через мембрани, проблемами діагностики та використанням різних фізичних чинників з

лікувальною метою. Однак тривалий час цей досвід не знаходив реалізації на вітчизняних теренах.

Перший етап профілізації курсу фізики медичних вузів розпочався в середині 50-х років і був зумовлений значними успіхами теоретичної та прикладної фізики в галузі медичних досліджень. Під керівництвом завідувача кафедри фізики 1-го Московського медичного інституту Н. М. Лєвінцева за участі завідувача кафедри біофізики МДУ ім. М.В.Ломоносова професора Б.М.Тарусова була розроблена програма з фізики для вищих медичних навчальних закладів, у якій, зокрема, зазначається, що метою вивчення цього курсу є “дати студентам знання переважно з областей тих явищ та законів фізики, які необхідні при вивченні спеціальних медичних дисциплін та в майбутній практичній діяльності”.

Інтенсивне проникнення фізичних та математичних методів у дослідженні біологічних об’єктів сприяло тому, що 50-ті роки XX ст. біофізика остаточно утвердилася як самостійна наука. Перша в Радянському Союзі кафедра біофізики була створена у Московському державному університеті ім. М.В.Ломоносова 1953 р., а в Київському державному університеті ім. Т.Г.Шевченка – в 1963 р. З 1961 р. періодично проводяться Міжнародні біофізичні конгреси, перший з яких відбувся у Стокгольмі. Специфіка розділу біофізики та слабка підготовка викладачів обумовили недоцільну і, як з'ясувалося згодом, безуспішну спробу передати значну частину біофізичних питань, що вивчалися студентами медичних інститутів, до курсу нормальної фізіології.

Другий етап реорганізації курсу фізики припадає на кінець 70-х і початок 80-х років. У 1978 р. Радою з вищої медичної школи при МОЗ СРСР рекомендовано "розглянути можливості організації кафедр медичної фізики з викладанням на цих кафедрах вищої математики, біофізики, основ медичної електроніки та кібернетики". Це ознаменувало якісно новий етап у визначенні змісту та структури курсу фізики і стало початком створення курсу, інтегрованого на базі суміжних дисциплін, програма якого була затверджена в 1979 році. Автори намагалися зберегти традиційну структуру курсу загальної фізики, включаючи в неї питання медичної та біологічної фізики. У 1984 році була затверджена нова програма, яка відрізнялася від

попередньої лише деякими редакційними правками та скороченням вимог до курсу біофізики.

Починаючи з 80-х і до початку 90-х років XX століття частка природничо-наукового компоненту медичної освіти постійно зменшувалася (табл. 1.3). Важливим є не тільки і не стільки сам факт скорочення кількості годин, відведених на вивчення дисципліни, а ще й зменшення інтервалу часу, протягом якого вона вивчається. Адже успішне засвоєння фундаментальних дисциплін можливе лише за умови неспішного, серйозного та вдумливого їх вивчення. Так, у 1976 році фізика вивчалася протягом чотирьох семестрів в обсязі 216 годин, хімія – протягом трьох семестрів в обсязі 202 годин. Як позитивний аспект можна відзначити введення з початку 90-х років курсу "Медична інформатика".

Таблиця 1.3

Хронологія формування сучасного курсу "Медична та біологічна фізика"

Роки	Загальна кількість годин	Назва курсу	Кількість годин	Відсоток від фундаментальних загальприродничих
1960		Фізика	152	
1976	7766	Фізика	216 (4 сем)	
1985		Медична і біологічна фізика і медична кібернетика	168	
1987	7672	Медична і біологічна фізика з інформатикою та медичною апаратурою	186 (2сем)	
1994	12960	Медична і біологічна фізика з інформатикою та медичною апаратурою	162	7,3
1996	9810	Медична і біологічна фізика з інформатикою та медичною апаратурою	162	5,7
1997	7874	Біофізика, інформатика і медична апаратура	144	8,2
2002		Медична та біологічна фізика	162	8
2004		Медична та біологічна фізика	165	6

Тенденція зменшення загального відсотка природничо-наукових дисциплін у структурі підготовки лікарів відповідала загальнодержавній стратегії, зорієнтованій на професіоналізацію вищої медичної освіти. Розумна в цілому ідея професійної спрямованості навчання у практиці роботи вищих медичних навчальних закладів найчастіше негативно відображалась на процесі вивчення саме фундаментальних

дисциплін. Постійне коригування курсу фізики стало загрожувати втратою статусу фундаментальної дисципліни.

Останнє десятиріччя XX століття ознаменувалося розвалом Радянського Союзу і появою молодих незалежних держав. У 1992 році була зроблена спроба реформувати систему медичної освіти України: введено модульно-рейтингову систему навчання та оцінювання студентів; скорочено робочий тиждень; у додипломній підготовці лікарів здійснено перехід з трьох факультетів (лікувальний, педіатричний, медико-профілактичний) до одного – медичного, кваліфікація якого "лікар" відповідала прийнятій у США кваліфікації "medical doctor – MD", розроблено та введено індивідуальні навчальні плани студента і навіть мав місце прецедент, коли один із студентів Полтавського медичного інституту завершив навчання за власним індивідуальним планом. Післядипломну спеціалізацію лікарів з 1992 року почали проводити в інтернатурі, яка є аналогом американської резидентури, протягом 1,5 – 3 років з подальшою атестацією за єдиними стандартами та видачею сертифікату за відповідною спеціалізацією. Були розроблені тестові контролюючі програми із 48 спеціальностей, здійснено перехід до державної атестації лікарів через кожні 5 років за єдиними стандартами, перед якою кожен лікар мав пройти двомісячний передекзаменаційний цикл. Введено ступеневу підготовку за освітніми циклами: для лікарів – спеціаліст, магістр; для медсестер – молодший спеціаліст (2 – 3-річна підготовка в медучилищах), бакалавр (підготовка в коледжах протягом 4 років), магістр (підготовка 1 рік). Навчальні плани бакалаврів були інтегровані з навчальними планами медичних факультетів: медичні сестри (бакалаври) могли продовжувати навчання на медичних факультетах вузів з третього курсу. Реформа була розрахована на 10 років і мала завершитися в 2002 році. Однак цього не відбулося. Розпочинаючи з 1996 року, все поступово повернулося на колишнє місце: і модульно-рейтингова система, і інтернатура, яка була скорочена до 1-1,5 років, і передатестаційні цикли, які також були значно скорочені.

У 1999 – 2002 роках МОЗ України було затверджено нові навчальні програми з медичної та біологічної фізики, характерною їх особливістю стала фахова

профілізація: програми враховують специфіку спеціальностей: "Стоматологія", "Лікувальна справа", "Психологія", "Медико-профілактична справа". У цей же час за редакцією професора О.В.Чалого виходить у світ перший український двотомний підручник "Медична та біологічна фізика", одним із авторів якого є дисертант [465,466] та навчальний посібник "Вища математика" [463].

Таким чином, проведені в історичній ретроспективі дослідження дають можливість провести періодизацію та виокремити основні етапи становлення та розвитку курсу фізики в системі медичної освіти.

Перший етап (XVIII – початок XIX століття) – період становлення курсу фізики у системі медичної освіти.

Другий етап (початок XIX – середина XX століття) – фізика рівноправний та обов'язковий начальний предмет. Майбутні лікарі вивчали курс, наближений до курсу загальної фізики: елементи профілізації були практично відсутні.

Третій етап – етап профілізації курсу фізики – розпочався в середині 50-х років XX століття і був зумовлений значними успіхами теоретичної та прикладної фізики в галузі медичних досліджень.

Четвертий етап (початок 80-х – середина 90-х XX століття) ознаменувався принциповими змінами у визначенні змісту та структури курсу фізики і створенням інтегрованого на базі суміжних дисциплін курсу "Медична та біологічна фізика".

П'ятий етап (із середини 90-х триває дотепер) позначився виділенням інваріантної та варіативної, яка відповідає фаховій профілізації ("Лікувальна справа", "Стоматологія", " Медична психологія" тощо), частин курсу. У цей час відбувається активний пошук та впровадження нових освітніх технологій, пошуки нових підходів стосовно змістового наповнення навчальної дисципліни, структурування начального матеріалу, оцінювання якості засвоєння знань.

Історичний досвід свідчить, що вивчення фізики у вищих медичних закладах було започатковане як результат наслідування європейської системи освіти. Для реалізації цього проекту урядом царської Росії було залучено знаних європейських учених. Чиновникам вистачило мудрості зважити на їхні поради, забезпечивши належне фінансування для втілення проекту. Однак проблема не була розв'язана і

відставання у даній галузі стало характерною ознакою всієї кількасотрічної історії Російської імперії. Ця проблема перейшла у спадок Радянському Союзу, а потім і незалежній Україні.

Природознавство сьогодні проходить черговий виток свого розвитку, повертаючись до початкового синкретичного стану. Окремі дисципліни знову об'єднуються на новому рівні навколо фундаментальних природничо-наукових парадигм, які лежать в основі поведінки відкритих систем – динамічного хаосу, самоорганізації та еволюції живих систем. Курс "Медична та біологічна фізика" знаходиться на перетині багатьох експериментальних і теоретичних дисциплін: фізики, математики, біології, хімії тощо, хоча базовим безумовно є курс загальної фізики.

На думку провідних вчених, XXI століття є століттям розквіту наук про життя, чільне місце серед яких займають біологічна та медична фізика. У XXI столітті "фізика віддасть біології не тільки найтонше та найточніше лабораторне обладнання, а й власний стиль свого мислення", сама ж фізика перетвориться в науку про фундаментальні основи природознавства [87]. Підтвердження цієї тези – стрімка динаміка до збільшення відсотка наукових робіт в провідному природознавчому журналі "Nature" впродовж останніх десятиріч.

Успішне розв'язання проблеми вивчення дисциплін фізико-математичного циклу в медичних університетах вимагає врахування наявних тенденцій та адекватного реагування на рівні навчальних програм, освітніх технологій, а також відповідної матеріальної бази, високого інтелектуального потенціалу професорсько-викладацького складу. Ці питання є актуальною проблемою для майбутнього медичної освіти.

1.4. Аналіз концепцій фізичної та математичної освіти у медичних університетах: зарубіжний досвід

Побудова цілісної методологічної системи вивчення дисциплін фізико-математичного циклу у медичних університетах неможлива поза контекстом

інтеграційних процесів, які відбуваються у сучасній освіті. Для аналізу підходів до вивчення дисциплін фізико-математичного циклу, що використовуються у світовій практиці, нами вибрані медичні університети різних країн: США, Російської Федерації, Австрійської Республіки, Чеської Республіки, Словацької Республіки, Польщі. Такий спектр дав змогу виявити загальні тенденції, спільні проблеми, проаналізувати можливі варіанти їх розв'язання, оцінити процеси, що відбуваються в українській медичній освіті, та спрогнозувати результати впровадження новацій у традиційно консервативну медичну освіту. Кожна держава попри глобальні тенденції по-своєму підходить до проблеми оновлення та покращення якості професійної освіти. Серед можливих шляхів досягнення поставлених цілей найочевиднішими є:

- коригування існуючої системи освіти;
- впровадження системи освіти країн, які є лідерами у даній галузі;
- пошук та втілення власних кардинально нових рішень.

Безумовно, жоден із зазначених шляхів не реалізується у чистому вигляді і кожен із них має свої переваги та недоліки. Перший шлях є найбільш надійним і найменш вразливим, однак він, так само як і другий, навряд чи зможе забезпечити досягнення запланованих цілей на рівні світових орієнтирів. Третій шлях є найперспективнішим, найскладнішим та найнебезпечнішим водночас. На думку автора, оптимальним є розумне поєднання другого та третього варіантів, оскільки це дасть змогу розробити та реалізувати стратегію "стрибка" ("прориву"), забезпечивши високу якість медичної освіти. Просування цим шляхом є нелегким і потребує чіткого усвідомлення проблем вітчизняної освіти, вивчення досвіду зарубіжних колег, ефективного управління.

Медична освіта Австрії. Однією з найбільших медичних шкіл Європи є Віденський медичний університет, у якому навчається близько 12 тис. студентів. Заклад має давню історію, яка сягає 1408 року. Нині у складі університету є три факультети: медичний, стоматологічний, медичних наук. Структура університету реорганізована відповідно до Закону про університети, який прийняв парламент Австрії у 2002 р. [http://www/unigesetz].

Медична фізика разом з медичною біологією, медичною хімією, анатомією, гістологією та ембріологією, медичною біохімією, медичною фізіологією складають теоретичну одиницю доклінічних дисциплін. Відповідальним за викладання цієї навчальної дисципліни є центр біометричної техніки та фізики з відділеннями біохімічної техніки і фізики, медичної фізики. З 2002 р. у структурі університетів Австрії відсутні такі підрозділи, як кафедри та деканати, відповідно відсутні такі види документів, як групова екзаменаційна відомість, залікова книжка, повторний допуск до складання іспиту тощо [124]. Кожен студент отримує індивідуальну екзаменаційну відомість з тривалим терміном дії, в межах цього терміну студент узгоджує з окремими департаментами графіки складання іспитів. Навчальні підрозділи ведуть облік набутих студентом практичних навичок, без складання яких він не може бути допущений до іспитів. Загальний облік веде навчальний відділ.

Курс "Медичної фізики містить 11 кредитів і складається з 90 лекційних годин та 15 годин практичних занять. У ньому розглядаються основи механіки, акустики, гідродинаміки, кінематики рідин та газів, електродинаміки, ядерної та атомної фізики, оптики. У цьому курсі вивчається також і біостатистика. Лабораторний практикум знайомить з технічним устаткуванням, яке використовується у медичній практиці. Як і всі загальні іспити у Віденському університеті, іспит з "Медичної фізики" усний, хоча він може містити письмову частину.

Вражає, що кількість лекційних годин значно перевищує кількість годин, які відведені на практичні та лабораторні заняття (на лекції припадає у середньому 80 – 85% навчальних годин). Домінує переконання, яке підкріплене експериментальним педагогічним дослідженням, що самостійна робота повинна передувати лекційному матеріалу.

При відборі навчального матеріалу простежується намагання дотримуватися рекомендацій Ліверпульської групи експертів з реформування вищої освіти, згідно з якими базовий курс має передбачати опанування лише основних знань, умінь та навичок. Знання констант, дат, формул вимагається в мінімальному обсязі. Практика і теорія поєднуються в часі і є нерозривними впродовж усього процесу навчання.

При цьому зміщення акцентів з теорії на практику відбувається поступово, починаючи з першого року навчання (реалізується так звана Z -модель), на відміну від традиційної Н-моделі, коли спочатку домінувало вивчення теоретичних дисциплін, а потім акцент зміщувався на практичне їх застосування до клінічних проблем.

Новий навчальний план передбачає наявність блоково-лінійної схеми, у якій поєднуються інтегровані тематичні блоки (їх називають модулі), що тривають 3 – 6 тижнів, та лінії, які продовжуються весь семестр. Важливими елементами ліній є проблемно-орієнтоване навчання та практична робота, основним документом контролю якої є так званий "Logbuch" – своєрідна залікова книжка оволодіння практичними навичками.

Кожен фрагмент інформації в модулі має бути інтегрованим як по горизонталі (одночасне вивчення проблеми з точки зору різних фундаментальних дисциплін), так і по вертикалі (клінічна інформація в межах модуля нашаровується на теоретичний базис). Це реалізується так: координатор модуля разом з викладачами, виходячи з рекомендованого (середньостатистичного) розподілу годин, переліку навчальних дисциплін, на яких базується даний модуль, враховуючи тематичну спрямованість наукової роботи на кафедрах, розробляє детальну схему модуля: тематичний план, розподіл годин за навчальними дисциплінами, перелік питань, що розглядатимуться, тощо.Така система організації навчального процесу має низку істотних переваг:

- сприяє підвищенню активності та ініціативності студентів;
- сприяє формуванню аналітичного мислення, що має чітку практичну спрямованість на майбутню професійну діяльність;
- посилює міждисциплінарну інтеграцію;
- підвищує мотивацію до навчання;
- посилює зворотний зв’язок між викладачем та студентом;
- забезпечує уніфікацію та об’єктивність оцінювання успішності студентів.

Проблемами та недоліками такого підходу є:

- необхідність територіальної зміни навчальної бази протягом дня і пов’язані з цим транспортні проблеми;
- істотне збільшення навантаження на студентів;
- недостатня обізнаність викладачів теоретичних кафедр (особливо це стосується фундаментальних дисциплін) з медичними проблемами;
- розпорошення навчальної дисципліни по різних модулях;
- зміщення управлінських акцентів з керівників кафедр на керівну роль кураторів модуля.

Взимку 2005/06 навчального року у Віденському медичному університеті розпочато новий курс медичної фізики для фізиків та студентів, що спеціалізуються в галузі медичної фізики. Для участі потрібно мати диплом чи докторську роботу з фізики, технічної фізики, електроніки (бажано з електронної медичної апаратури). Обов’язковою передумовою є вивчення атомної та ядерної фізики впродовж двох семестрів. Курс триває шість семестрів, завершується комісійним іспитом і передбачає написання узагальненої письмової роботи (Master Thesis). Після завершення навчання випускники мають здобути такі знання та вміння:

- загальні знання в галузі медицини, математики, фізики та техніки, що використовується в медицині, вміння працювати з медичною апаратурою;
- поглиблені знання в галузі захисту живих організмів від випромінювання;
- спеціальні знання з медичної фізики в галузі променевої терапії, рентгенівської та ядерної магніто-резонансної діагностики;
- спеціальні знання медичної апаратури та менеджменту.

Медична освіта Словаччини [408]. Університет ім. Коменіуса – найстаріший та найбільший університет Словаччини – був заснований у 1919 році на засадах Academia Istropolitana і названий на честь визначного педагога, духовного вчителя нації Яна Амоса Коменського. Університет ім. Коменіуса є навчальним закладом класичного типу, в якому на 12-ти факультетах навчається понад 25 тис. студентів.

Згідно з Актом про вищу освіту, європейськими стандартами та Болонською декларацією у Словаччині є три рівні освіти: бакалаврат, що триває мінімум 3 роки, магістратура – 4 роки, післядипломна докторантура тривалістю 3 – 6 років.

Винятком із цього правила є медична освіта, яка триває 6 років із наступним післядипломним навчанням.

З 2000/01 навчального року впроваджена система, наближена до європейської кредитно-трансферної системи кредитування, що дає можливість обміну студентами в рамках європейської програми Socrates – Erasmus. Медичний факультет був заснований одним з перших в цьому університеті і визнаний Всесвітньою організацією охорони здоров'я. На факультеті 65 кафедр, 19 з яких є доклінічними і мають статус інститутів (анатомії, медичної біології, медичної фізики і біофізики, фармакології, гістології та ембріології, медичної хімії, біохімії та клінічної біохімії, медичної етики, іноземної мови, патологічної анатомії, патологічної фізіології, мікробіології, соціальної медицини, судової медицини, паразитології, фізіології, фізкультури та спорту).

Медична фізика та біофізика вивчаються на першому курсі разом з медичною біологією та генетикою, хімією, словацькою і латинською мовами та етикою. Курс має 7 кредитів і містить 36 лекційних годин та 36 годин практичних занять. Кількість кредитів не свідчить про рівень знань, а залежить лише від робочого навантаження і є необхідною умовою для завершення вивчення предмета. Завершення навчання визначається отриманням певної кількості кредитів. Студентам, що здобувають ступінь бакалавра навчатись індивідуально не дозволяється.

Навчальна програма з курсу «Медична фізика та біофізика» є такою [10, 408].

Медична та біологічна фізика в системі медичної освіти. Вимірювання в медицині, принципи біометрії.

Структура матерії. Молекулярна біофізика. Біофізика клітин. Біофізика аналізаторів. Біосенсори. Біофізика регуляційних систем живого організму. Біосигнали: їх походження, запис, обробка, зберігання та аналіз. Взаємодія фізичних факторів з живим організмом, екологічна біофізика. Біоматеріали.

Моделюючі та інформаційні системи в біологічній та медичній науках.

Картографія фізичних полів людського організму. Використання нових біотехнологій у медицині. Біофізичні основи діагностики, терапії та медичної етики.

Методи візуалізації в медичній практиці. Біофізичні принципи медичних приладів. Правила техніки безпеки в медицині.

На практичні заняття виноситься розгляд таких питань.

Правила техніки безпеки. Принципи вимірювання та обробка даних у медицині. Запис та обробка біосигналів з паралельним контролем мікрокліматичних факторів. Оцінювання процесів руху біологічних рідин. Оптичні методи дослідження та їх використання в медицині.

Біопотенціали, їх реєстрація та аналіз. Біофізичний аналіз життєво важливих функцій організму. Контроль впливу фізичних факторів на регуляторні механізми. Діагностика функцій аналізаторів. Іонізуюча радіація і контроль за станом довкілля. Дослідження фізичних, біологічних та фізіологічних процесів методом комп'ютерного моделювання. Біофізичні основи функціональних обстежень в медицині. Електронні та електричні вимірювальні прилади.

Курс "Медична фізика та біофізика", який вивчається на факультеті "Стоматологія", є практично таким самим, як і для студентів медичного факультету, за винятком питань: використання нових біотехнологій в медицині, біофізичні основи діагностики, терапії та медичної етики; методи візуалізації в медичній практиці; біофізичні принципи медичних приладів, які на стоматологічному факультеті не вивчаються.

Вивчення курсу завершується іспитом, який містить усну та письмову (тести) частини. Відвідування практичних занять та семінарів є обов'язковою передумовою надання кредиту та складання іспиту. На запит студента дозволяється перескладання (таких спроб може бути не більше двох) іспиту для поліпшення результату. Якщо студент виконав наукове дослідження і здобув перше місце на науковій конференції факультету, то обов'язковий предмет зараховується з оцінкою "відмінно".

Використовується 100-бальна шкала оцінювання успішності [10, 408]. Викладач має право самостійно вирішувати – повинен студент складати іспит, чи оцінка може бути поставлена за результатами поточних оцінювань. Як правило, різні види навчальної діяльності оцінюються різною кількістю балів. Наприклад, за екзамен студент може отримати максимум 35 балів, за активність протягом семестру

10 балів, за кожне з проміжних тестувань (їх може бути декілька впродовж семестру) також по 10 балів, окрім цього можуть стимулюватися відвідування лекцій, які не є обов'язковими, та інші види діяльності. Таких моделей існує декілька. Частиною реалізації кредитної системи є розширення класичної чотирибальної шкали оцінювання шляхом уведення оцінок з половинним значенням: "A"= "5" (91-100 балів), "B"= "4,5" (81-90 балів), "C"= "4" (71-80 балів), "D"= "3,5" (61-70 балів), "E"= "3" (51-60 балів), "FX"= "2" (недостатньо).

Серед необов'язкових предметів вивчаються і такі, науковою основою яких є фізика й математика: цифрові методи зображення (КТ, ЯМР, УЗД); принципи магнітоелектричних методів та обробка результатів вимірювань у медицині; методи томографії; вибрані розділи математики, що застосовуються у медицині.

Чеський досвід. Теперішній Карловий університет входить до Асоціації європейських університетів разом із Сорбонною, Оксфордом, Лейденом, Болоньєю, Бонном, університетом Женеви. На його 17-ти факультетах навчається понад 37 тис. студентів. В університеті 6 (!) медичних факультетів, які традиційно вважаються найсильнішими факультетами, а також фармацевтичний, юридичний, природознавчий тощо. Перший медичний факультет був створений у 1348 році і є найстарішим медичним факультетом у Центральній Європі.

Біофізика входить у блок природничо-наукових дисциплін, які є частиною модуля обов'язкових загальноуніверситетських курсів, що поєднуються з елективними (модуль В). Навчальна дисципліна містить 6 кредитів, окремо на III-IV курсах вивчаються біофізичні методи в медицині (4,5 кредити), які є обов'язково-вибірковим курсом.

Кількість аудиторних годин складає 90, з них лекційних – 45, практичних занять – 45. Курс спрямований на вивчення предмета у трьох аспектах:

1) фізичні процеси, що відбуваються у людському організмі;

2) вплив фізичних чинників на людський організм;

3) фізичні принципи методів, що використовуються у медицині як з діагностичною, так і з лікувальною метою.

Ці три аспекти розглядаються у кожному з розділів біофізики: молекулярній біофізиці, термодинаміці, оптиці, біомеханіці, біоакустиці, електродинаміці, атомній та ядерній фізиці.

Вивчення курсу триває два семестри, в кожному з яких завершується іспитом, що містить усну і письмову частину (тести). Обов'язковим є також оцінювання практичних умінь.

На фармацевтичному факультеті курс "Біофізика" складається з 45 лекцій та 56 годин практичних занять. До курсу входять елементи вищої математики. Увага акцентується на методах вимірювань та на вимірювальних приладах. Кожен з кредитів включає лекції, семінарські та практичні заняття, консультації, контрольні роботи, контрольовану самостійну роботу, та інші форми оцінювання.

Досвід США. Особливу цікавість викликає вивчення системи медичної освіти США, оскільки нині американська наука та освіта є лідером порівняно з європейською. Статистика свідчить:

- американська частка у глобальних витратах на наукові дослідження сягає 38% [401];
- близько 38% наукових публікацій з'являється у США, однак, їхній індекс цитування складає приблизно 50% [436];
- серед 25 найкращих університетів планети у різних галузях переважають американські університети;
- біомедичні дослідження проводяться у всьому світі, однак, 75% всіх фармацевтичних патентів у галузі біотехнологій реєструються у США [425];
- кількість європейців, які навчаються у США, приблизно в чотири рази перевищує кількість американців, які навчаються у Європі (у розрахунку на 1 млн громадян ці показники відрізняються у 6 разів), причому вартість навчання в американських університетах значно вища, ніж у найпрестижніших європейських;
- протягом минулого століття кількість Нобелівських премій, отриманих європейцями, скоротилася майже в 4 рази, американцями – зросла у 12 разів.

Успіхи американської освітньої системи є вражаючими ще й тому, що витрати на освіту ніколи не перевищували 3 % ВВП.

Цікавими є як аналіз змісту, так і дослідження навчальних технологій. Отримання професійної освіти у США передбачає наявність ступеня бакалавра. Щоб отримати медичну освіту, потрібно завершити (або принаймні пройти 3 курси) класичного університету природничого профілю. Наявність кредитів з фізики є обов'язковою умовою, тобто вступ до медичного університету передбачає опанування знань з фізики в обсязі, наближеному до обсягу курсу "Загальна фізика" в системі вітчизняної вищої школи. Залежно від обраного фаху, типу університету та інших чинників студенти-медики вивчають різний за обсягом, змістом та глибиною курс медичної та біологічної фізики. Як приклад, розглянемо програму курсу, що вивчається в університеті штату Міннесота [412].

Механіка. Умови рівноваги. Обертальний момент. Ступені вільності. Робота та енергія. Робота при зміні об'єму. Деформації. Гідро- та гемодинаміка.

Експоненціальні та логарифмічні залежності. Логістичні криві. Побудова графіків у логарифмічному та напівлогарифмічному масштабі.

Багатокомпонентні системи. Мікро- та макростани. Перший закон термодинаміки. Ентропія. Розподіл Больцмана. Потенціал Нернста. Залежність атмосферного тиску від висоти. Розподіл Максвелла-Больцмана. Хімічний потенціал. Електрохімічний потенціал. Головні термодинамічні залежності. Вільна енергія Гіббса.

Явища переносу в необмежених суцільних середовищах. Рівняння Фіка. Броунівський рух.

Транспорт через мембрани. Осмотичний тиск. Осмотичний тиск в рідинах. Транспорт через пори та канали.

Нервовий імпульс у м'язових клітинах. Електропровідність. Закон Ома. Закони Кірхгофа. Модель Ходжкіна – Хакслі. Сальтаторна провідність. Періодична електроактивність. Зв'язок між електропровідністю, опором та дифузією в провідниках.

Зовнішнє електричне поле людини. Електрографія та електрокардіографія. Розповсюдження потенціалу вздовж довгої циліндричної клітини. Електропотенціали серця. Стандартні відведення. Електростимуляція.

Біомагнетизм. Магнітне поле та основні його характеристики. Магнітне поле аксона в однорідному провідному середовищі. Магнітокардіографія. Магнітне поле всередині аксона. Електромагнітна індукція. Магнітні матеріали та біологічні системи. Виявлення та дослідження магнітних полів. Магнітостимуляція.

Електричні та магнітні рівні клітин. Донаннівська рівновага. Електроліти. Модель Дебая. Рівняння Нернста – Планка. Умови рівноваги на мембрані в постійному полі. Рівняння Гольдмана. Управління регуляторними механізмами.

Метод найменших квадратів та аналіз сигналів. Поліноміальна регресія. Кореляційна залежність. Функціональна автокореляція спектрів. Неперіодичні сигнали та інтегральні характеристики. Дельта-функція. Енергетичні спектри та теорема Парацельса. Автокореляція А-пульсу та енергетичні спектри. Кореляційна залежність та реєстрація сигналу.

Методи візуалізації.

Взаємодія фотонів та заряджених частинок з речовиною.

Використання рентгенівських променів в медицині.

Ядерна фізика та ядерна медицина. Магніторезонансні методи дослідження.

Навчальні програми США мають істотну відмінність від навчальних програм України і передбачають опанування майбутніми лікарями глибших фундаментальних знань з медичної та біологічної фізики. Реалізація такого підходу забезпечується належною додипломною підготовкою – вступ до медичного університету передбачає бакалаврат за будь-якою з природничих спеціальностей.

Розглянемо як приклад фрагмент викладу навчального матеріалу у підручнику з медичної та біологічної фізики [412] – двовимірні зображення, відтворені з проекцій за допомогою Фур’є-перетворень. Одержання та візуалізація двовимірних зображень, одержаних в різних діагностичних методиках: магнітно-резонансна томографія (МРТ), позитрон-емісійна томографія (ПЕТ),

рентгенівська томографія (КТ) тощо, є актуальною проблемою сучасної медицини.

Для побудови зображень використовують, як правило, один з двох методів: перетворення Фур'є та оборотна проекція (filter back projection). Зупинимося на методі перетворень Фур'є як більш доступному та зрозумілому (рис. 1.6).

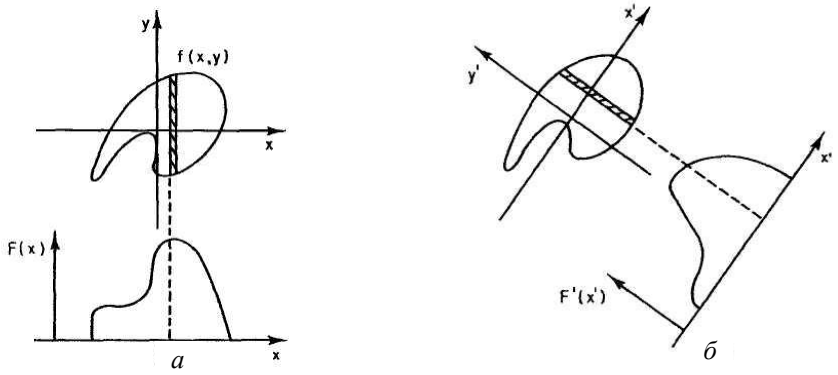


Рис.1.6. Вигляд функції *F (x)*, яка є первісною для *f(x,y)* при інтегруванні за змінною *x* (*а*); те ж сааме при скануванні під кутом θ відносно осі *x* (*б*)

Двовимірна Фур'є - функція має вигляд:

$$f(x,y) = \frac{1}{4\pi^2}\int_{-\infty}^{\infty} dk_x \int_{-\infty}^{\infty} dk_y [C(k_x k_y)\cos(k_x x + k_y y) + S(k_x, k_y)\sin(k_x x + k_y y)],$$

де коефіцієнти $C(k_x, k_y)$ та $S(k_x, k_y)$ є такими:

$$C(k_x, k_y) = \int_{-\infty}^{\infty} dx \int_{-\infty}^{\infty} dy f(x,y)\cos(k_x x + k_y y);$$

$$S(k_x, k_y) = \int_{-\infty}^{\infty} dx \int_{-\infty}^{\infty} dy f(x,y)\sin(k_x x + k_y y).$$

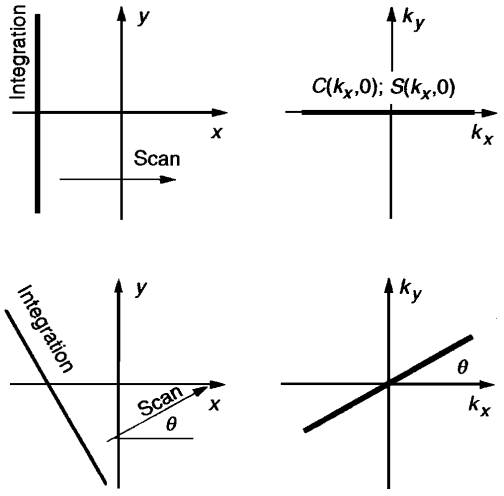


Рис. 1.7. Перетворення Фур'є функції *F (x)*, яка є інтегральною для *f(x,y)* за змінною *x*, дають коефіцієнти *C* та *S* відносно певних ліній k_x осі *x* (k_y=0)

На практиці використовують дискретні Фур'є перетворення (ДФП):

$$f_{jk} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} C_{sm} \cos\frac{2\pi(jl+km)}{N} + \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} S_{sm} \sin\frac{2\pi(jl+km)}{N}.$$

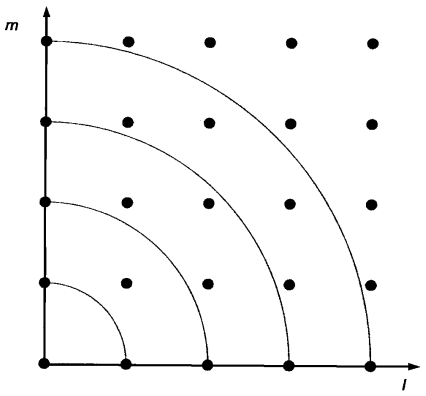


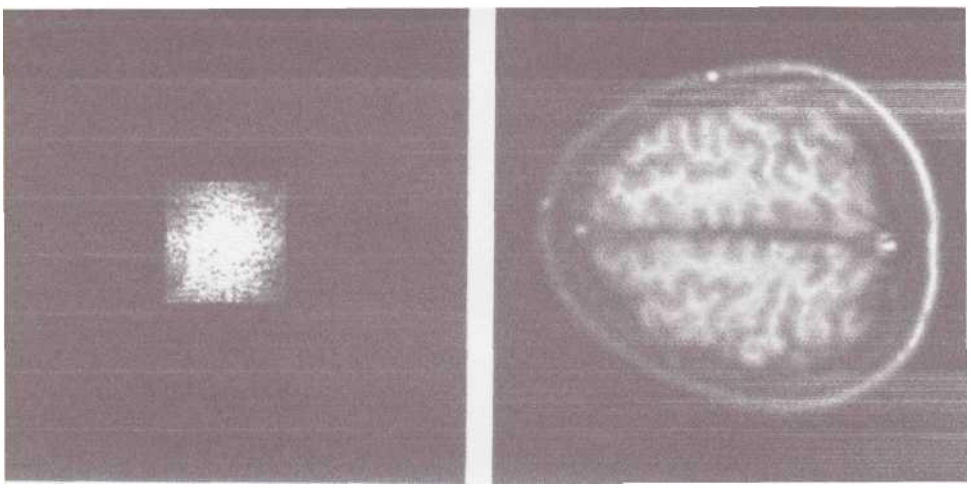
Рис.1.8. Значення величин *C* та *S*, яких потребують двовимірні дискретні Фур'є - перетворення, отримують експериментально вздовж колових дуг

Коефіцієнти при цьому мають вигляд:

$$C_{jm} = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} f_{jk} \cos\frac{2\pi(jl+km)}{N}$$

та

$$S_{jm} = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} f_{jk} \sin\frac{2\pi(jl+km)}{N}.$$



а б

Рис. 1.9. Зображення головного мозку отримане за допомогою високочастотних Фур'є - компонент $\frac{k_{x\max}}{4}$ (*а*) та $\frac{k_{y\max}}{4}$ (*б*). Зображення одержане професором Тоунг Ху Лі, університет Міннесота

Виконання дискретних Фур'є перетворень (ДФП) передбачає наявність значень коефіцієнтів *C* та, які отримуються експериментально за допомогою одного з методів томографії: рентгенівської, ультразвукової, магнітно-резонансної чи позитрон-емісійної. На рис.1.9 подано результат Фур'є перетворень для отримання зображення мозку при магнітно-резонансній томографії.

Кожна сходинка в освіті США оцінюється у "кредитах" або так званих "кредит-годинах" (рис. 1.10.). Вперше поняття кредиту було використано у Гарварді в 1900 р. для оцінювання засвоєння елективних курсів. Такий підхід виявився зручним для уніфікації оцінювання знань абітурієнтів та для планування освітнього бюджету державними органами. Американська кредит-година – це година викладання (інструктування), що здійснюється викладачем в аудиторії і приблизно визначається кількістю годин, проведених студентом в аудиторії щотижня. У додипломній освіті (бакалаврат) 1 кредит-година означає 1 годину роботи в аудиторії з викладачем плюс 2 години самостійної роботи щотижня протягом семестру. У дипломній освіті (магістратура) 1 кредит-година означає 1 годину роботи в аудиторії з викладачем плюс 5 годин самостійної роботи кожного тижня протягом семестру.

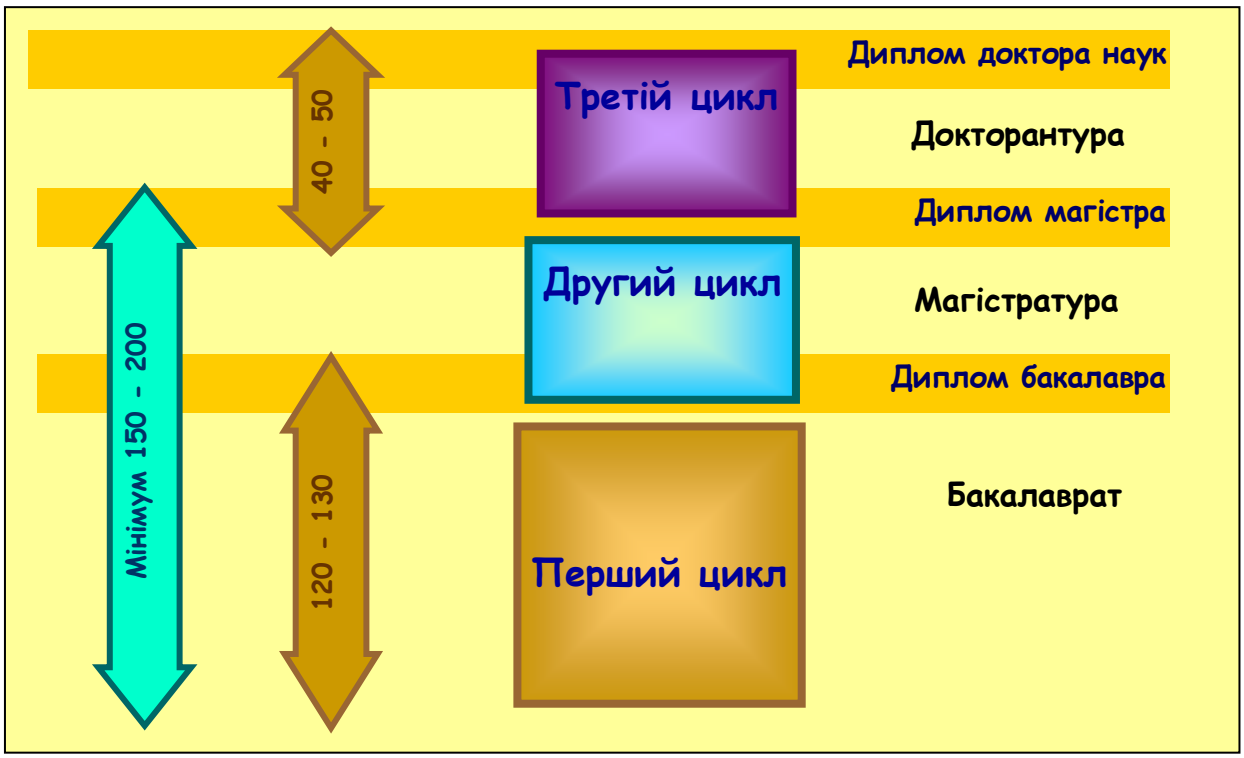


Рис. 1.10. Цикли освіти США у "кредит-годинах"

Кредит-година є також одиницею вимірювання досягнень студента (використовується як одиниця “знань, засвоєних студентом”, визначення часу, необхідного для завершення навчання, вимірювання обсягу FTE – full time equivalence – навчання на повний навчальний час). Так, в університеті Огайо за один і той же курс студенти можуть отримувати різну кількість кредитів, залежно від якості здобутих знань: краща якість – більше кредитів. У Каліфорнійському державному університеті працює правило “все або нічого”: присвоєння кредиту можливе лише за умови досягнення певного рівня. Кредит-година є також одиницею визначення вартості навчання (бюджетне планування враховує "вартість" кожної кредит-години в певному навчальному закладі і є основною підставою при акредитації навчального закладу). У період реформування української освітньої системи потрібно використовувати позитивні сторони кредитної системи в освіті США (простота у використанні; уніфікований підхід; можливість переведення кредит-годин з одного університету в інший; мобільність студентів; загальне визнання, валідність) і враховувати наявні в сучасній освітній системі США проблеми з кредит-годинними розрахунками.

До таких проблем відносять:

- суб'єктивно-механістичний підхід, який є бар'єром до інновацій, суперечності між творчим підходом до навчання та державною бюрократією;
- поява on-line курсів (відсутність “очних” годин);
- невизначеність: кредит-година чи кредит-одиниця, тобто вимірювання витраченого часу чи здобутих знань;
- невизначеність при бюджетних розрахунках: на кредит-години чи на кількість студентів.

У **вищій медичній освіті Російської Федерації** існує декілька альтернативних варіантів вивчення курсу медичної та біологічної фізики. Так, у Московській медичній академії ім. І. М. Сєченова (раніше – 1-й Московський медичний інститут) вивчення медичної фізики та біофізики проводиться відокремлено: I семестр – медична фізика, II семестр – біологічна фізика. Нині у цьому навчальному закладі склалася така структура курсу біофізики.

1. Біофізика клітинних мембран (структура та властивості біологічних мембран, транспорт речовин через мембрани, біопотенціали).
2. Біофізика клітин та органів (електрична активність органів, біофізика м'язового скорочення, автоколивальні процеси в активних середовищах).
3. Біофізика складних систем (біофізика системи кровообігу, моделювання біофізичних процесів, процеси регуляції в біосистемах).
4. Біосфера та фізичні поля (людина та фізичні поля навколишнього середовища, власні фізичні поля організму).

Такий підхід до вивчення курсу підтримується відповідним підручником [12] і апробований протягом тривалого часового проміжку (понад 20 років).

Проведений огляд навчальних програм та підходів до вивчення фізико-математичних дисциплін у медичних університетах країн ближнього та дальнього зарубіжжя засвідчує:

– навчальні програми, відповідно до яких здійснюється вивчення дисциплін фізико-математичного циклу в європейських медичних університетах, є досить близькими;
– кількість годин, відведена на вивчення біофізики, є не меншою 6 кредитів у країнах Східної Європи, 10 кредитів у країнах Західної Європи. У США має місце принципово відмінний підхід до вивчення дисциплін фізико-математичного профілю майбутніми лікарями;
– існують суттєві відмінності у методичній системі вивчення дисциплін фізико-математичного циклу та концептуальних підходах до побудови навчальної дисципліни у системі медичної освіти різних країн. Проведений аналіз дає змогу виокремити два принципово відмінні підходи: 1) сумісне вивчення медичної, біологічної та елементів загальної фізики (Україна, більшість університетів Російської Федерації, Словаччина, Польща, Чехія); 2) окремо вивчається спочатку курс, близький до курсу загальної фізики, а потім медична та біологічна фізика (США, окремі університети Росії);
– у медичних університетах країн, що охоплені нашим дослідженням, окрім медичної та біологічної фізики обов'язковою навчальною дисципліною є

математична статистика (альтернативні курси: математичні методи в медицині, статистичні методи, біостатистика тощо), а також пропонується низка елективних курсів, в основі яких лежать дисципліни фізико-математичного циклу;

– характерною рисою європейських університетів на сучасному етапі є глибоке реформування медичної освіти, яке супроводжується посиленням як фундаментальної, так і фахової компонент навчальних програм, поєднанням у часі теорії та практики впродовж усього процесу навчання.

1.5. Науково-методичні основи побудови цілісної системи навчання дисциплін фізико-математичного циклу в медичних університетах

Навчальний процес у вищому медичному закладі освіти є досить складною багаторівневою системою, яка пронизана великою кількістю зовнішніх та внутрішніх зв’язків соціального, методичного та психолого-педагогічного характеру. Від міцності та адекватності цих зв’язків у структурі та логіці навчального процесу значною мірою залежить якість підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів.

Потреба у розв’язанні завдань, що постають перед сучасною медичною освітою, диктує необхідність системної інтеграції фундаментальної та фахової підготовки і передбачає побудову багаторівневої цілісної педагогічної системи та визначення її місця в метасистемі – середовищі, в якому вона функціонує. Вперше означення педагогічної системи як "множини взаємопов’язаних структурних та функціональних компонентів, які підпорядковані цілям виховання, освіти та навчання підростаючого покоління та дорослих людей" було сформульоване Н. В. Кузьміною [193, с.10]. На думку І. П. Підласого "педагогічна система – це об'єднання компонентів (частин), що залишається стійким під час змін" [253]. Педагогічна система є підсистемою такого надскладного соціального утворення, як "природа – людина – суспільство". Вона є багаторівневою, динамічною, відкритою та нелінійною соціальною системою, дослідження якої потребує розгляду і в

статиці, що дасть змогу моделювати внутрішні складники системи, і в динаміці, що дозволить отримати наочне уявлення про її еволюцію.

Однією з найважливіших теоретико-пізнавальних функцій системного підходу є його інтегративна функція, яка проявляється в тому, що при системному дослідженні проблем різноманітної природи на шляху до розв'язання реалізуються одні й ті ж самі етапи в певній послідовності [391]. Цей висновок, який інколи називають "основною теоремою системного підходу", дає змогу окремі, отримані в інших галузях, результати, спроектувати на галузь педагогічних досліджень, яка надзвичайно мало вивчена з позицій системного підходу [391, 280]. До основних причин недостатньої дослідженості педагогічної системи окрім нелінійності взаємозв'язків між її елементами, складності математичного апарату, наявності великої кількості параметрів, слід віднести також очевидну недостатність науково-педагогічних досліджень з використанням системного підходу. Розглядалися лише окремі аспекти цієї проблеми, як правило, в рамках однієї навчальної дисципліни, без аналізу зв'язків з іншими елементами освітнього циклу.

Функціонування системи визначається сукупністю структурних елементів і зв'язків між ними. Базовими структурними елементами педагогічної системи є: цільовий комплекс, зміст освіти, форми та методи організації навчального процесу, педагоги, учні. Аналіз співвідношень між ними дає змогу виокремити дві концептуальні структури: дидактичний цикл, утворений трьома першими елементами, та соціально-психологічний цикл, який об'єднує педагогів та учнів в єдине соціально орієнтоване середовище. Взаємодія між цими структурами здійснюється завдяки ще одному елементу – навчальному процесу, який можна трактувати як внутрішній динамічний елемент, що виконує функцію системнотвірного зв'язку і відображає її інтегративні властивості. Структурно-логічна схема педагогічної системи подана на рис. 1.11.

Чутливим до зовнішніх впливів елементом педагогічної системи є цілі навчання, які визначають суть програмної концепції дидактичного циклу та відповідають на питання "для чого навчатися". Вплив соціуму проявляється також і

в особистому відношенні студентів до освітнього процесу. Суспільні зміни діють на механізми формування мислення та ціннісних установок студентів.

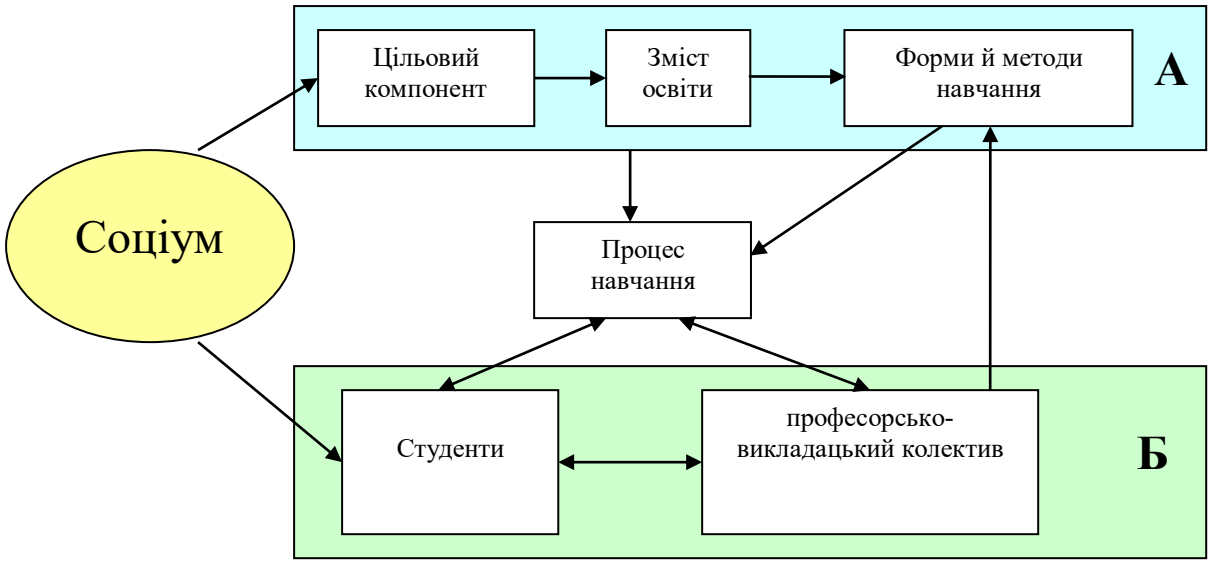


Рис. 1.11. Структура педагогічної системи

Освітні парадигми змінюються насамперед завдяки соціально-економічному розвитку, він визначає зміну освітніх цілей, які, в свою чергу, зумовлюють реформування та перебудову всіх елементів педагогічної системи. До чинників, які зумовлюють рух внутрішніх структур системи слід віднести ціннісні орієнтири розвитку суспільства в кожний історичний період. Соціальний розвиток, розвиток економіки, а тепер і інформаційно-комунікаційні технології, є тими внутрішніми структурами, які спрямовують динаміку розвитку педагогічних систем.

Основою вдосконалення освітнього процесу відповідно до ідей нової освітньої парадигми може стати інтеграція фундаментальних і фахових знань, яка передбачає системність знань і дає змогу легше адаптуватися до швидкозмінних соціально-економічних умов. Комплексне розв'язання цієї проблеми можливе за умови наповнення всіх елементів педагогічної системи методологічними та філософськими основами наук, уявленнями про закономірності організації та розвитку знань в конкретній галузі, принципами формувань наукових понять. Органічне поєднання фундаментальних, світоглядних та фахово спрямованих предметно-змістових знань, навичок та умінь у структурі природничо-наукових навчальних дисциплін підвищуватиме ефективність процесу навчання, визначаючи оптимальний режим функціонування педагогічної системи. Кожна з наукових галузей, а отже, з

відповідних навчальних дисциплін, відображає лише певну частину реальності. Як правильно стверджував Людвіг фон Берталанфі, біолог і один із піонерів загальної теорії систем, "наука розпадається на безліч дисциплін, постійно породжуючи нові піддисципліни. В результаті фізик, біолог, психолог, соціолог знаходяться, ніби замкнені в свої випадкові світи, і важко отримати слово іншому з такого кокона", однак всі навчальні дисципліни (відповідні знання) мають спільні риси, які надають можливість їх об’єднати у вигляді "моделі загальної системи"[396]. Всі наукові галузі потребують вивчення "цілого організму", осмислення його як стійкого стану, усвідомлення, що всі частини організму і весь він у цілому відкриті для впливу і самі впливають на оточення. Н. Вінер доповнив ці положення, показавши, що всі системи можуть бути сформовані таким чином, щоб контролювати себе за допомогою інформації. К. Боулінг, об’єднавши теорію загальних систем та кібернетику Н. Вінера, створив основу для вивчення рівнів системи, її відкритості, розробки інформаційної бази [186].

Для оптимізації процесу навчання важливою є побудова теоретичної освітньої моделі, яка дозволила б подати цілісну структуру педагогічної системи, зміст кожного з її компонентів, взаємозв’язки між ними, чинники, що забезпечують її функціонування. При розробці методологічних основ цілісної методичної системи навчання фізики у медичному університеті виокремлювалися такі завдання:

– аналіз цілей системи;
– дослідження структури та функцій системи;
– вдосконалення механізмів функціонування системи.

Перше завдання передбачає розроблення двох взаємопов’язаних проблем: цілепокладання – вибір параметричної бази цільових завдань, та цілерозподілення – оптимальна декомпозиція загальної цілі на часткові (побудова дерева цілей). Складність полягає в розробці загального методу розділення основної цілі на ієрархічний комплекс підпорядкованих їй підцілей.

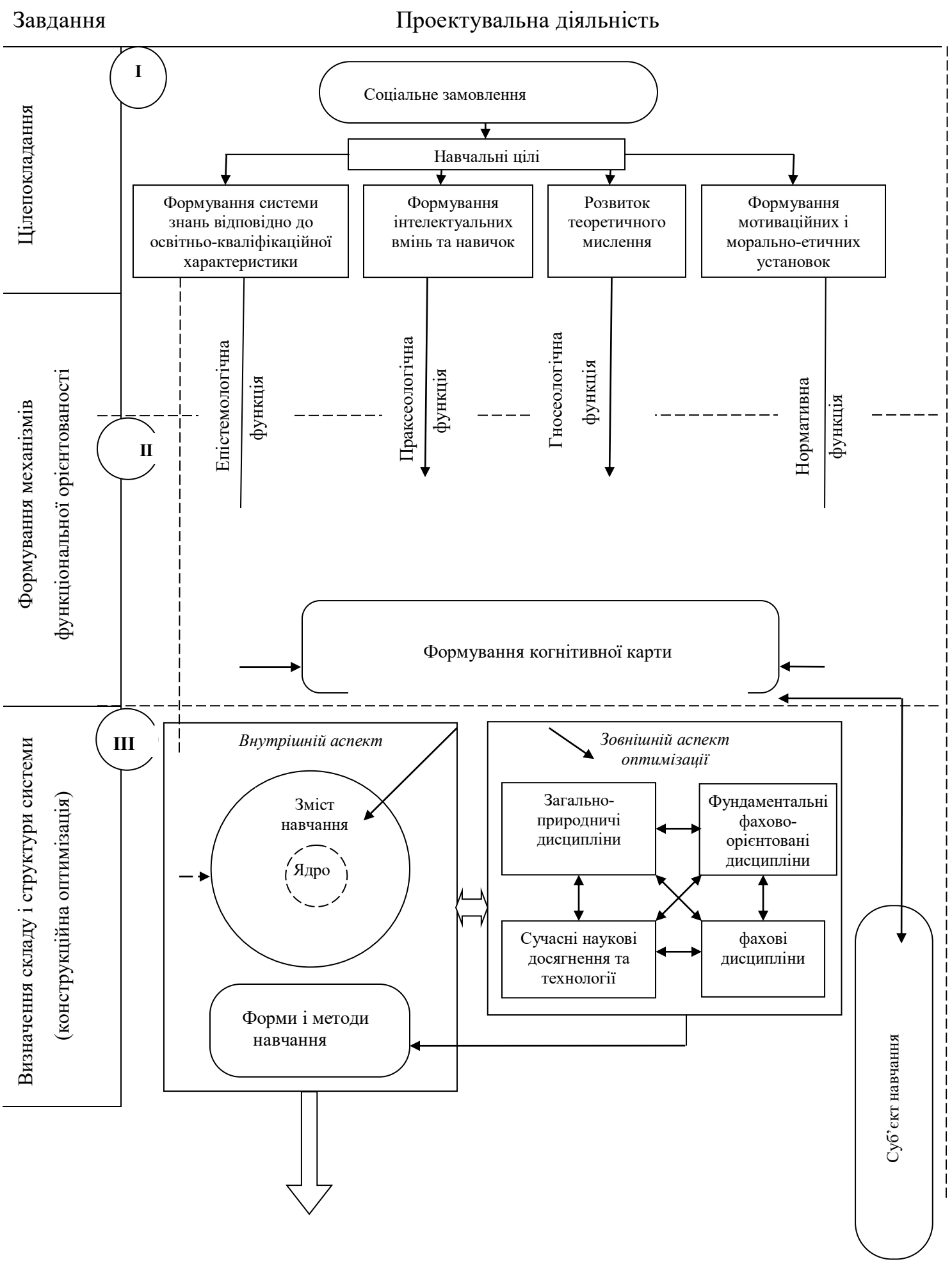
Розв’язання другого завдання полягає у виявленні функціональних характеристик системи, виборі оптимальних розв'язків, побудові загальної схеми функціональної спрямованості системи. Конструкційна оптимізація системи

потребує двоаспектного розгляду: зовнішнього та внутрішнього. Зовнішній аспект забезпечує функціональну відповідність складу конструкції вимогам цілей та відповідність між структурою та функціями. У внутрішньому аспекті умовами оптимальності наявної структури є гнучкість та мобільність конструкції.

Третє завдання передбачає перехід від статичного дослідження системи до динамічного, яке адекватно описувало б закони функціонування та розвитку системи. Для багатокомпонентних систем таке завдання є надзвичайно складним, оскільки вимагає використання кількісних математичних методів, лінійного та динамічного програмування, варіаційних методів оптимізації тощо. Однією з актуальних проблем є змістові суперечності між функціонуванням та розвитком системи. З метою забезпечення оптимальної відповідності функціонування та розвитку системи потрібно визначити чинники, які породжують системні протиріччя; встановити зв'язок між розвитком та процесом функціонування з метою прийняття рішень про шляхи вдосконалення; вибрати оптимізаційні критерії, які забезпечували б функціональну доповнюваність цих аспектів динаміки; розробити організаційно-методичну структуру, яка забезпечує оптимальне співвідношення функціонування та розвитку.

Схема проектування педагогічної системи з урахуванням зазначених завдань на прикладі процесу навчання фізико-математичних дисциплін у медичному університеті подана на рис. 1.12.

Постановка соціально значущих цілей навчання й освіти визначає спрямованість проектування всієї педагогічної системи. Традиційно цілі навчання формувалися в термінах «знати, вміти» і досить жорстко детермінували сукупність знань, навичок та умінь, якими повинен оволодіти студент після вивчення конкретної навчальної дисципліни. Предметно-змістовий виклад навчального матеріалу був зорієнтований здебільшого на формування дескриптивних знань, які не сприяють розвитку форм мислення. Ідеї диференціації та профілізації навчання обумовили вузькопрофільне змістове наповнення навчальних предметів, що сприяло формуванню фрагментарних часткових знань. Засвоюючи такі знання, студенти засвоюють також і репродуктивний характер мислення.


Завдання
Проектувальна діяльність
I
Цілепокладання
Соціальне замовлення
Навчальні цілі
Формування системи знань відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики
Формування інтелектуальних вмінь та навичок
Розвиток теоретичного мислення
Формування мотиваційних і морально-етичних установок
Формування механізмів функціональної орієнтованості
II
Епістемологічна функція
Праксеологічна функція
Гносеологічна функція
Нормативна функція
Формування когнітивної карти
Визначення складу і структури системи (конструкційна оптимізація)
III
Внутрішній аспект
Зміст навчання
Ядро
Форми і методи навчання
Зовнішній аспект оптимізації
Загально-природничі дисципліни
Фундаментальні фахово-орієнтовані дисципліни
Сучасні наукові досягнення та технології
фахові дисципліни
Суб'єкт навчання

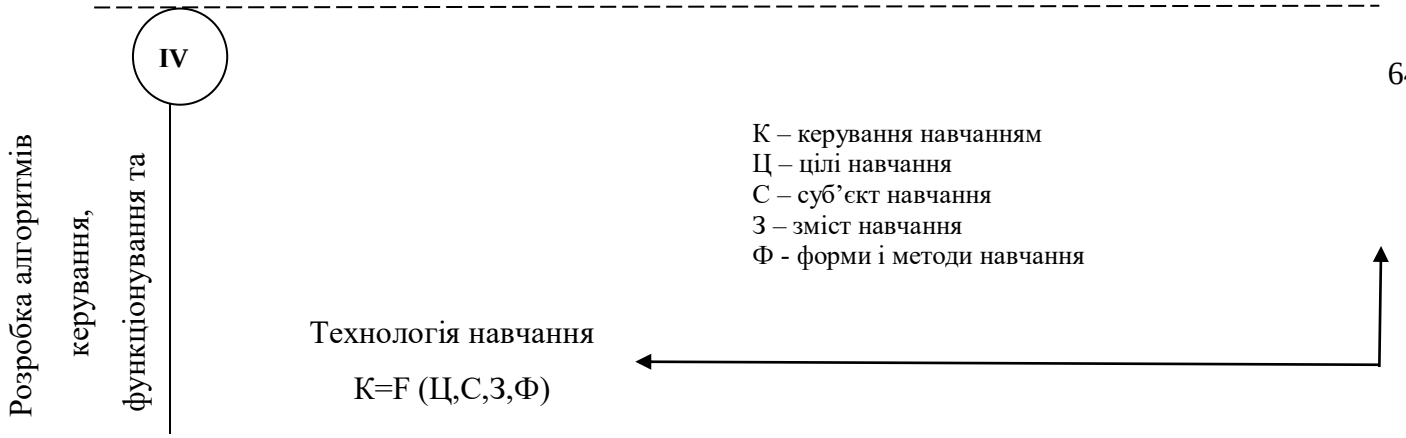


Рис. 1.12. Структурно-логічна схема педагогічної системи

Жорстка регламентація в навчанні дій обмежує ініціативу та творчість студентів, їхні пізнавальні інтереси. В результаті низька пізнавальна активність студентів є одним з найважливіших показників недостатньої ефективності традиційної системи навчання. Один із представників системного підходу П. Друкер висунув концепцію управління системою за цілями, довівши, що управління має починатись з визначення цілей, потім переходити до визначення функцій системи та взаємодії між підсистемами.

Сукупність цілей визначає основні функціональні характеристики, яких стосовно педагогічної системи було виділено чотири: епістемологічна (задає склад та структуру знань, якими повинен володіти студент після вивчення конкретної навчальної дисципліни); праксеологічна (визначає види навчальної діяльності, якими повинен оволодіти студент); гносеологічна (спрямовує характер формування розумової діяльності, процесу мислення); аксіологічна (задає мотиваційні та ціннісні установки на процес навчання та подальшу фахову і соціально-суспільну діяльність).

Зазначені характеристики формують механізм функціональної спрямованості системи, визначають вибір оптимальних рішень, зорієнтованих на формування природничо-наукової картини світу, так званої "когнітивної карти". У психології під когнітивною картою розуміють "образ знайомого просторового оточення, який виникає та видозмінюється в результаті активної взаємодії об'єкта з навколишнім світом" [261, с.163]. У даному досліджені дане поняття трактується як рівень сформованості у студентів цілісної системи знань, рівень мисленнєвих операцій (аналіз, синтез, узагальнення, систематизація тощо), визначає їх здатність до

самоосвіти та самоактуалізації. Тобто, комплексне забезпечення всіх чотирьох складових сприяє поповненню та збагаченню когнітивної карти.

Формування адекватної до задекларованих цілей когнітивної карти пов’язане з пошуком нових форм організації навчального процесу, які сприяли б розвитку у майбутніх лікарів структурно-функціональних методів пізнання, що дає можливість осмислити та засвоїти всю складну й багатогранну систему знань. Цілісність навчального процесу визначається побудовою певного каркаса знань, який поступово нарощується та закріплюється міжпредметними зв’язками та ієрархічним рядом взаємопов’язаних логіко-поняттєвих інформаційних моделей, принципами організації наукового знання.

Системотвірним чинником може стати комплекс міжпредметних категорій, навколо яких структуруватиметься наукова інформація. Однією з таких категорій є "наукова картина світу", яка є цілісною структурою, утвореною когнітивним світоглядом та навколишнім світом. Об’єднання фундаментальних знань навчальних дисциплін навколо стрижневих ідей сучасної картини світу сприятиме як посиленню фундаментальності медичної освіти, так і її фахової спрямованості через організацію міжпредметних зв’язків. Розв’язання такого завдання потребує аналізу та встановлення логічних зв’язків між навчальними дисциплінами на рівні конкретних змістових модулів. Побудова дисциплінарного блоку педагогічної системи переводить формування структури системи у внутрішній аспект – формування змісту освіти. При проектуванні змісту в ньому виділяється інваріантне ядро фундаментальних явищ, законів, принципів та понять і варіативна оболонка фахово спрямованих конкретних знань навчальної дисципліни. Зміст освіти через систему форм та методів навчання, які й завершують конструкційну оптимізацію системи, транслюється в навчальний процес.

Ще одним важливим аспектом є керування системою. Методологічним аргументом в теорії керування можна вважати концепцію "7С" (Маккінсі 7С), яка обґрунтовує врахування 7 взаємопов'язаних складових: стратегія, структура, стиль (засоби керівництва), штат, взаємодії між складовими системи (процедури, процеси), сукупність навичок, спільні цінності. Ця модель дає можливість

встановлювати зв’язки і узгоджувати діяльність суб’єктів педагогічної системи з метою ефективної реалізації інноваційного процесу, однак, не дає конкретних рекомендацій щодо досягнення результатів у соціально-технічних умовах, які постійно змінюються. Підходи до розв'язання цих проблем можна знайти в теорії ситуаційного менеджменту (кейс-менеджменту), що сформувалася у 70-ті роки у Гарвардській школі бізнесу. Ця теорія засвідчує, що одні й ті ж самі функції системи реалізуються по-різному у різних конкретних ситуаціях. Ситуаційний менеджмент передбачає всебічний аналіз чинників та протиріч, що створюють ситуацію, синергетичний підхід, одночасне пристосування системи до ситуації та зміну ситуації відповідно до потреб, врахування непередбачених ситуацій. Таким чином, завдання управління потребує виділення змістових системних протиріч та основних напрямків їхнього вирішення. Дійсно, в рамках надскладної та багатофункціональної системи, якою є навчальний процес, існує настільки велика кількість протиріч, що одночасний розгляд їх призводить до втрати суті проблеми (парадокс системно-структурного підходу).

Завершальним етапом проектування при конструюванні педагогічної системи є розроблення алгоритмів управління процесом навчання чи побудова технології навчання. Технологія навчання, будучи складною багатовимірною структурою, ґрунтується не лише на дидактиці, а й на всіх науках рефлексивного призначення: психології, філософії, синергетиці, соціології, загальній теорії систем, кібернетиці тощо. Педагогічна система є відкритою, штучно створеною, великою, адаптивною (тут використана класифікація В. Н. Садовського) та нелінійною, тому вона містить велику кількість структурних та функціональних компонентів: соціальних, методичних, кібернетичних. Відкриті нелінійні системи вивчає синергетика (семантично походить від грецького synergeia – спільний колективний вплив), яка сьогодні являє собою швидше парадигму, ніж теорію [358, 364]. Предмет синергетики – механізми самоорганізації, тобто механізми самочинного виникнення відносно стійкого стану існування та саморуйнування макроскопічних упорядкованих структур. Механізми утворення та руйнування структур, переходу від хаосу до порядку і навпаки не залежать від конкретної природи елементів чи

систем; вони характерні як для природних, так і для соціальних явищ, тому елементи однієї наукової сфери можуть трансформуватися в іншу. Синергетику як нову парадигму можна схарактеризувати через такі основні ідеї: нелінійність, самоорганізація та відкритість системи. Синергетика приваблива своїм методологічним підходом до розуміння розвитку відкритих нелінійних систем.

Система освіти містить у собі біфуркації, тобто є нелінійною. Наочно-образним аналогом біфуркацій є еволюція біологічних видів, яку часто подають у вигляді еволюційного дерева. Проходження через точки розгалуження вимагає здійснення вибору, який закриває деякі інші альтернативні траєкторії і робить процес еволюції незворотним. На математичному рівні біфуркація має зміст розгалуження розв'язків нелінійного диференціального рівняння. Що це означає в системі освіти?

По-перше, через існування множини шляхів розвитку в кожної людини є право вибору кращого, оптимального для неї шляху, який неоднозначно визначається теперішнім станом (початковими умовами), його не можна повністю передбачити, спираючись на попередній досвід.

По-друге, при всьому розмаїтті шляхів їх кількість обмежена, і знання обмежень, принципів заборони є досить цінними, оскільки дають можливість уберегтися від марних затрат матеріальних засобів, часу та зусиль.

По-третє, вибір певного шляху робить неможливими інші альтернативні шляхи, тому з реально можливих шляхів розвитку важливим є вибір оптимального для даної системи.

По-четверте, знаючи бажаний стан та діючи відповідно до природних тенденцій самоорганізації відкритих систем, можна скоротити час виходу на атрактор, прискорити саму еволюцію. Під атрактором розуміють відносно стійкий стан системи, який наче притягує до себе сукупність траєкторій системи; якщо система попадає в конус атрактора, то вона неминуче еволюціонує до цього відносно стійкого стану.

По-п'яте, синергетика свідчить, що переробка та інтеграція різноманітної інформації призводить до якісно нових форм впорядкованості. Неповнота інформації може призводити до нестійких станів різного роду.

Таким чином, важливо навчитися визначати набір природних структур, характерних для системи (системи освіти в цілому, чи окремого суб'єкта освітнього процесу), а також діяти відповідно до природних тенденцій еволюції. Складна система може сама себе структурувати, потрібно тільки правильно ініціювати її тенденції саморозвитку, оскільки існує певна ділянка параметрів чи стадія, де нелінійна система особливо чутлива до впливів, узгоджених із її внутрішніми властивостями (резонансних впливів) [358, 364]. Резонансне збудження є важливим чинником у аспекті розуміння способів впливу на складні системи. Керівний вплив на процеси розвитку нелінійної системи ефективний лише тоді, коли він узгоджений із внутрішніми властивостями цієї системи. Важлива не сила керівного впливу, а його часова, структурна відповідність до параметрів системи. Такий підхід до управління є універсальним. Древні способи медитації, аутотренінгу, голкотерапії, деякі сучасні лікувальні методики, наприклад, мікрорезонансна терапія приводять до самозцілення організму, розкривають його фізичний та духовний потенціал. З позицій синергетики вони є нічим іншим, як способами резонансного впливу, резонансного самоуправління.

Синергетичний дискурс проектування педагогічної системи на макроскопічному рівні полягає у визначенні можливих шляхів розвитку, спектра структур-атракторів еволюції відкритих нелінійних систем. Синергетика дає деякі загальні нові підходи до освіти та навчання. У нашому дослідженні вона використовується як основа синтезу загальноприродничих та фахово спрямованих знань, детермінуючи розробку гнучкої та відкритої дидактичної системи, а навчальний процес як стимулювальне, відкрите співробітництво.

Відповідно до вимог сучасної освітньої парадигми, виходячи з системного та синергетичного підходів, при розробленні навчальної технології як елемента педагогічної системи, зусилля спрямовувалась на досягнення таких цілей:

– гнучка організація та швидка перебудова навчального процесу;

- створення комфортних умов для інтеграції фундаментальних та фахово спрямованих наукових знань;
- підвищення ролі світоглядного компонента у змісті фізико-математичних дисциплін;
- підвищення рівня фундаментальної підготовки;
- перехід від передачі (трансляції) знань до саморозвитку та самоактуалізації як головної мети навчання;
- забезпечення студентам більшої свободи вибору своєї освітньої траєкторії із врахуванням індивідуальних психолого-фізіологічних та інтелектуальних здібностей;
- стимулювання пізнавальної активності студентів;
- отримання навичок для самоактуалізації та самовдосконалення;
- підвищення об’єктивності оцінювання.

Запропонована схема проектування педагогічних систем охоплює широкий спектр дослідницьких процедур від проектування соціально значущих цілей до розробки та впровадження відповідних освітніх технологій.

Висновки до розділу 1

1. Проведений аналіз сучасного стану фізико-математичної складової у системі медичної освіти в Україні, вивчення передового зарубіжного досвіду, аналіз тенденцій та трансформацій вищої професійної освіти на рубежі ХХ – ХХІ століть, дослідження проблеми у історико-генетичному аспекті дають змогу зробити висновок, що інтеграція фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів стане ефективним зобом вдосконалення та оновлення системи медичної освіти.
2. На основі дослідження історичного аспекту проблеми вперше здійснена періодизація етапів становлення та розвитку фізики в системі медичної освіти: період становлення курсу фізики у системі медичної освіти (ХУІІІ – початок ХІХ ст.); фізика – рівноправна та обов'язкова начальна дисципліна

(початок XIX – середина XX ст.); етап профілізації курсу фізики (середина 50-х – початок 80-х років XX ст.); створення інтегрованого на базі суміжних (біофізика, медична та загальна фізика) дисциплін курсу (початок 80-х – середина 90-х минулого століття); фахова профілізація курсу на лікувальну справу, стоматологію, тощо (розпочався з середини 90-х минулого століття і триває дотепер). Має місце тенденція до посилення фахової спрямованості курсу, відбувається активний пошук та впровадження нових освітніх технологій, пошуки нових підходів стосовно змістового наповнення навчальної дисципліни, структурування начального матеріалу, оцінювання якості засвоєння знань.

3. Проведено аналіз концепцій вивчення фізико-математичних дисциплін у зарубіжних країнах: Австрія, США, Словаччина, Чехія, Польща, Росія, який засвідчив, що навчальні програми вивчення дисциплін фізико-математичного циклу в медичних університетах є досить близькими; кількість годин, відведена на вивчення медичної та біологічної фізики, є не меншою 6 кредитів; у медичних університетах всіх країн окрім медичної та біологічної фізики обов'язковою навчальною дисципліною є математична статистика (альтернативні курси: математичні методи в медицині, статистичні методи, біостатистика тощо), а також пропонується ряд елективних курсів, в основі яких лежать дисципліни фізико-математичного циклу. Однак існують істотні відмінності у концептуальних підходах та методичній системі вивчення дисциплін фізико-математичного циклу. У системі медичної освіти різних країн виокремлюється два принципово відмінні концептуальні підходи до вивчення фізико-математичних дисциплін: 1) сумісне вивчення медичної, біологічної та елементів загальної фізики як єдиного інтегрованого курсу (Україна, Польща, Чехія, Словаччина більшість університетів Російської Федерації); 2) окремо спочатку вивчається курс, близький до курсу загальної фізики, елементи вищої математики, а потім – біологічна та медична фізика (США, окремі університети Росії). Характерною рисою європейських університетів на

сучасному етапі є глибоке реформування медичної освіти, яке супроводжується пошуками нових підходів до інтеграції практичної та теоретичної підготовки майбутніх лікарів (перехід від Н- до Z-моделі).

4. На основі аналізу сучасного стану вивчення фізико-математичних дисциплін у вітчизняних медичних університетах виявлено протиріччя між фундаментальною та професійною складовими вищої медичної освіти, проаналізовано можливості цих протиріч шляхом поглиблення теоретичної, методологічної та світоглядної спрямованості у змісті фундаментальних фізико-математичних дисциплін; знаходженням оптимальних співвідношень між фундаментально-теоретичною та професійно-практичною підготовкою спеціаліста; виокремленням інваріантів та встановленням на їх основі міждисциплінарних зв'язків як цементуючої основи природничо-наукового фундаменту професійної підготовки майбутніх лікарів; підвищенням інтегративності, системності та функціональності теоретичних знань та дій; опануванням узагальненими способами алгоритмізації та проектування пізнавальної та науково-дослідної діяльності студентів.

5. Проведений аналіз трансформацій вищої професійної освіти на рубежі XX – XXI століття дає підстави стверджувати, що стратегію розвитку форм і засобів навчання формує інтеграція сучасних інформаційно-комунікаційних та особистісно зорієнтованих технологій навчання. Це свідчить, що актуальною є потреба в розвитку та вдосконаленні традиційних методів навчання на основі системного використання інформаційних технологій, створення відповідного інформаційно-освітнього середовища як при вивченні курсів "Вища математика", "Медична та біологічна фізика", так і при розв’язанні прикладних задач і проведенні науково-дослідної роботи.

6. Використання системного та синергетичного підходів дало можливість визначити методологічні, інформаційно-світоглядні та технологічні основи для розроблення відкритої і гнучкої методичної системи вивчення фізико-математичних дисциплін у медичному університеті, яка базується на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки. Відкритість і гнучкість

системи забезпечується: поєднанням особистісних та суспільно значущих цілей навчання, виокремленням базових знань, які оновлюються відповідно до сучасних досягнень фізичної та медичної науки; фаховою профілізацією, використанням особистісно орієнтованих навчальних технологій. Об’єднання фундаментальних знань навчальних дисциплін навколо стрижневих ідей сучасної картини світу служить методологічною основою і сприятиме як посиленню фундаментальності медичної освіти, так і її фахової спрямованості через організацію міжпредметних зв’язків.

РОЗДІЛ 2
ПОБУДОВА СУЧАСНОЇ КОНЦЕПЦІЇ ТА МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ

2.1. Теоретичні і методичні засади реалізації принципу інтеграції фундаментальної та фахової підготовки при вивчені курсу "Медична та біологічна фізика"

Важлива проблема органічного поєднання фундаментального, загальнофахового та фахового компонентів медичної освіти набуває особливої гостроти у світлі нової освітньої парадигми, яка передбачає зміну пріоритетів: від прагматичних вузькоспеціалізованих знань до набуття узагальнених знань про глибинні, сутнісні зв'язки та основи, від примату знань – до розвитку загальної культури та наукових форм мислення. Висока динамічність науково-технічного прогресу, виникнення нових наукових напрямків, оновлення технологій діагностики та лікування підвищують вимоги до підготовки медичних працівників із конкурентноспроможним рівнем кваліфікації, який можна забезпечити лише за наявності високого рівня фундаментальної та фахової підготовки.

Сильний фундаментальний компонент здатний забезпечити дієвість знань на довготривалу перспективу і сформувати такі важливі у фаховій діяльності риси, як вміння швидко оволодівати новою інформацією, проявляти мобільність при зміні парадигм в обраній спеціальності.

Підняття статусу фундаментальної загальноприродничої підготовки передбачає і гуманізація освіти, яка задекларована ключовою тенденцією парадигми сучасної освіти. Дійсно, якщо йдеться про реальне, а не словесно постульоване повернення освіти до людини, гуманізація означає підвищення не лише ролі гуманітарного та соціально-економічного компонентів, а також і ролі фундаментальних загально-природничих та фаховоорієнтованих знань, оскільки

лише фундаментальна складова здатна забезпечити професійну мобільність, а отже, і впевненість у завтрашньому дні, що цілком відповідає принципу гуманізації.

Сьогодні, як ніколи, відчутними є проблеми, що зумовлені недостатньою увагою до вивчення базових фундаментальних дисциплін. У повсякденну медичну практику входять нові діагностичні та лікувальні методики: позитрон-емісійна томографія, ядерний магнітний резонанс, електронний парамагнітний резонанс, доплерографія, лапароскопічна та лазерна хірургія. Викладачі клінічних кафедр, лікарі-практики часто потрапляють у ситуацію, коли розуміння суті нових лікувальних та діагностичних методик є ускладненим, а подекуди й неможливим саме через брак знань фундаментальних фізичних законів та принципів. Такою, наприклад, є ситуація з поясненням фізичних основ магнітно-резонансної томографії, методів візуалізації у медичній діагностиці та основ інших сучасних методів дослідження біологічних систем. Фахівці стоматологічного профілю відчувають проблеми при використанні нових технологій протезування, створенні та підборі матеріалів із заданими параметрами, при моделюванні процесів, імплантації тощо.

Однак навіть фахівці, які мають глибокі фундаментальні знання, широкий науковий світогляд, доволі часто не можуть адаптуватися до радикальних змін на ринку праці. Причиною, на думку деяких дослідників, є те, що постіндустріальний соціум змінюється швидше, ніж змінюються університети, які в сучасному вигляді є продуктом індустріальної епохи: " такий світ сьогодні зникає і швидкість його зникнення набагато переважає набуту університетами за довгі століття здатність перебудовуватися" [21].

Як показав інформаційний пошук, методологічні та організаційно-методичні аспекти взаємозв’язку фундаментальних та фахових знань в системі медичної освіти (природничо-наукові фундаментальні та фахово орієнтовані дисципліни) системно не досліджувалися. Практика викладання в медичному університеті концептуально пов’язаних навчальних дисциплін (наприклад, біологічної фізики та фізіології, біологічної фізики та біохімії) свідчить про проблеми та суперечності, що проявляється в недостатній узгодженості змісту, порушенні часової узгодженості

при вивченні взаємопов'язаних тем, відсутності єдиного трактування фундаментальних понять та логічної структури побудови навчальних програм.

Розробка методичних засад і загальних моделей інтеграції фундаментальних і фахових знань формує базу для дидактичної концепції, яка у професійній освіті поєднує декілька завдань: розробку теоретичних засад дидактичної інтеграції з урахуванням потреб суспільства і результатів аналізу попередніх та сучасних теоретичних концепцій; дослідження способів реалізації інтеграції знань як педагогічної моделі на різних рівнях (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Структурна схема розробки методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін, яка базується на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки

Інформаційний моніторинг: збір, накопичення, систематизація та структуризація інформації про діючу методичну систему вивчення фізико-математичних дисциплін;

проблемний моніторинг: виявлення суперечностей та проблем в цій системі;

базовий моніторинг: періодичне вимірювання показників, які максимально повно характеризують розроблену методичну систему; зорієнтований на виявлення відхилень, нових проблем та небезпек рівні впровадження методичної системи.

Базовий моніторинг здійснювався в рамках формувального та завершального етапів експерименту, інформаційний та проблемний – в рамках констатувального.

Дидактичні моделі у професійній освіті мають ряд специфічних рис. У рамках інформаційної моделі зміст навчального матеріалу, який трансформується в систему вмінь і знань студентів, у їх особистісні якості, передбачає систему не лише загальнонаукових, а й фахових знань. Розвивальна модель спрямована на розвиток теоретичного мислення, однак професійна освіта передбачає не тільки розвиток "академічного", а й "прикладного" професійно спрямованого мислення, яке дає змогу використовувати теоретичні знання з фундаментальних дисциплін до розв'язання фахових проблем. Модель активізації передбачає посилення ролі діяльнісного підходу в навчанні, підвищення проблемності навчання, включаючи комплексні проблеми, які розраховані на міждисциплінарну інтеграцію, мають фахову спрямованість і є важливими з огляду на тенденції розвитку даної галузі.

Прикладний аспект розробки теорії інтеграції фундаментальної та фахової підготовки передбачає: виявлення методологічних орієнтирів, специфіки дидактичного підходу до проблеми у системі медичної освіти; аналіз дидактичних основ інтеграції знань у навчальних предметах загальноприродничого та фахово зорієнтованого циклів; розробку дидактичних вимог до програм, основ для відбору та структурування змісту навчального матеріалу фізико-математичних дисциплін.

Імпульс фундаменталізації медичної освіти був наданий зміною статусу кращих медичних навчальних закладів країни – перетворенням їх у медичні університети. Концепція традиційного університету зберігає ауру значущості та відстроненості від навколишнього світу. Можна дати різне тлумачення терміну "університет" – від найпростішого розуміння Гумбольдта, згідно з яким університет – це місце, в якому проводяться наукові семінари та існують відносини "майстер – підмайстер", до строгого визначення вищого навчального закладу, який відповідає певним вимогам для отримання такого статусу. Основними функціями університету є створення наукових знань, накопичення їх, трансформація, адаптація і передача студентам у

процесі вивчення навчальних дисциплін. Сильна базова та фундаментальна підготовка є характерною ознакою саме університетської освіти; вона здатна забезпечити успіх випускникові як у професійній діяльності, будучи основою для постійного оновлення спеціалізованих професійних знань, так і в соціальній сфері, надаючи при потребі можливість порівняно легко змінювати спрямованість своєї професійної діяльності. Фундаментальна освіта здатна забезпечити конкурентну спроможність на міжнародному рівні.

Свідченням цих процесів є посилення домінанти теоретичних програм (програм типу А) в європейській освіті. За міжнародною стандартною класифікацією освіти (МСКО), яка прийнята ЮНЕСКО, розвиненими країнами Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР), країнами Європейської спільноти визначено два типи навчальних закладів: А – дослідницькі (теоретично базовані), В – прикладні (практично орієнтовні). Програми 5В МСКО (так звані вищі професійні програми) сфокусовані на практичній, технічній або професійній майстерності для безпосереднього виходу на ринок праці. Освіту рівня і типу 5А МСКО складають так звані університетські програми першого та другого ступенів на зразок американських бакалавра та магістра. Ці програми розраховані на здобуття 6 рівня МСКО, програми якого передбачають як поглиблене вивчення, так і оригінальні дослідження і ведуть до здобуття кваліфікації, подібної до американського доктора філософії. На сьогодні програми рівня і типу 5А МСКО стають пріоритетними. Про це свідчить доповідь на зустрічі міністрів, відповідальних за вищу освіту, країн Організації економічного співробітництва і розвитку "Вища освіта: якість рівність, результативність", яка відбулася в Афінах 27-28 червня 2006 року [437] та відповідні статистичні дані [438] (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Відсоток дорослого населення країн ОЕСР, що має вищу освіту відповідного типу

Роки, в які проводилися	**Програми**	
дослідження	**5В**	**5А+6**
2006 р.	9,5%	27,5%
2004 р.	9%	19%

(вік 25-65 років)

2004 р. 11% 24%

(вік 25-65 років)

Випускники програм 5А МСКО мають найбільшу зайнятість на ринку праці – 85 % для вікового діапазону 25-64 років, 5В – 82 %, рівень безробіття становить 3,8 % для випускників програм 5А, та 4,05 % – для 5В. Заробітна плата також найвища у випускників 5А програм та програм 6 рівня. У медичних центрах успішно трудяться фізики-ядерники, спеціалісти в галузі низьких температур, волоконної оптики та ін., в більшості європейських країн (Франції, Фінляндії, Великій Британії, Нідерландах та ін.) при оновленні програм професійної школи акцентується увага саме на вивченні природничо-математичних дисциплін [405].

Фундаменталізація освіти в структурі вищої школи здійснюється в різних аспектах: оновлення змісту матеріалу та покращення його структури; посилення міжпредметних зв'язків; адаптація змісту теоретичних курсів до професійних задач; створення навчальних програм за інтегративно-модульним підходом; посилення уваги до методологічних, культурно-історичних, соціально-економічних проблем спеціальних дисциплін; формування творчого стилю мислення. Зростає роль інтегративних міждисциплінарних курсів та практикумів. Причин декілька: наукове пізнання на сучасному етапі виявило свою обмеженість на рівні жорсткої диференціації та відокремленості; вузька спеціалізація та професіоналізація призводять до фрагментарності знань; засвоєння готових диференційованих знань студентом зумовлює репродуктивний характер мислення; інтегративні курси дають можливість через рефлексію реальніше оцінити стан світу та своє місце в ньому.

Таким чином, інтеграція фундаментальних та прикладних знань перетворюється на одну з основних умов успішного реформування вищої школи, тому що вона здатна вирішити ряд проблем, що постають перед сучасною професійною освітою. Фундаментальність освіти майбутнього лікаря забезпечується насамперед фундаментальними навчальними дисциплінами (професійно зорієнтованими та загальноприродничими), саме вони покликані надати базові знання, сформувати

основу професійної діяльності випускника. Базові професійні знання закладаються саме у загальноприродничих дисциплінах, тому одним з дійових засобів підвищення професійної підготовки фахівця є саме фундаменталізація професійних знань. "Фундаменталізація знань передбачає, з одного боку ґрунтовні теоретичні знання, з другого – їх більшу професійну мобільність" [18, с.4].

Реалізація принципів органічного поєднання фахово зорієнтованих та фундаментальних знань здійснюється на рівні формулювання цілей освіти, її змісту, методології та навчальних технологій. Зміст навчання забезпечує досягнення мети, а постановка мети визначає зміст навчання. Цілі навчання і зміст курсу реалізуються в навчальному процесі за допомогою методів. Розглядаючи медичну освіту з позицій цілісності та взаємозв'язку потрібно визначити принципи організації природничо-наукових знань як таких, що формують фундамент логічної структури будь-якої фахової чи професійно орієнтованої фундаментальної дисципліни. Фізиці при цьому належить визначальна роль у системі природничо-наукових дисциплін. Будучи за своєю суттю цілісною наукою про природу, єдиним організмом, який може існувати лише при взаємодії всіх своїх складових, фізика об'єднує всі природничо-наукові теорії на основі єдиних методологічних принципів існування та розвитку всього матеріального світу. Саме тому принципи організації фізичного знання є визначальними і при формуванні основ багатьох профільних дисциплін. Вивчення дисциплін фізико-математичного циклу майбутніми лікарями передбачає формування фундаментальних знань і професійних умінь щодо їх застосування в майбутній професійній діяльності.

Забезпечення принципу органічного поєднання фундаментальності та фахової спрямованості загальноприродничих навчальних дисциплін передбачає пошук та реалізацію в навчальному процесі єдиної системи орієнтування студентів у всьому розмаїтті навчальної інформації природничих наук. В основу концепції дослідження покладена ідея взаємозв'язку всіх наукових знань, яка ґрунтується на єдності наукової та фізичної картини світу.

У сучасному трактуванні наукова картина світу – це сукупність знань про предмети та явища природи та суспільства, які підтверджені суспільною практикою і зберігають свою об'єктивну цінність у розвитку людського мислення [92]. У роботах провідних філософів та вчених-природознавців [46, 56, 80, 93, 119, 172, 199] розроблена система основних методологічних принципів, які мають універсальний характер щодо формування методології конкретної наукової галузі. Уявлення наукової картини світу формуються на основі досягнень всіх наук, хоча провідну роль, безумовно, відіграють природничо-наукові галузі, домінуюча роль серед яких належить фізиці. Найбільш повно проблема взаємозв'язку наукової та фізичної картини світу досліджувалася в роботах А.І. Ахієзера, В.В. Мултановського, В.Холлічера та ін.

Методологічний та методичний аспекти проблеми формування основних уявлень про фізичну картину світу, проблеми реалізації методологічних функцій концепції навчання фізики постійно знаходяться в зоні уваги вчених-фізиків та методистів. До основних результатів таких досліджень можна віднести:

- визначення методологічних функцій концепції фізичної картини світу (ФКС) відповідно до основних принципів дидактики;
- методологічний аналіз змісту курсу фізики на основі ідей матеріалістичної діалектики та еволюції ФКС;
- розроблення методичних аспектів проблеми формування сучасної фізичної картини світу при вивчені курсу фізики;
- дослідження можливостей використання ідей сучасної ФКС для систематизації та узагальнення навчального матеріалу.

У роботах А. В. Усової [346], Г. М. Голіна [92], В. В. Мултановського [234], В.М. Мощанського [233] особлива увага акцентована на тому, що в структурі наукового знання основні риси наукової картини світу знаходять свою конкретизацію в широкому спектрі концепцій, ідей, понять та законів, які складають фундамент навчального матеріалу будь-якої дисципліни. Підкреслюючи пріоритетне значення фізичного знання у структурі наукового світогляду, дослідники проблеми зазначають, що кожне природничо-наукове знання варто розглядати як грань єдиної

фізичної картини світу. У роботах [68, 271, 374, 372] зазначається, що взаємозв'язок загальнонаукової методології та методології конкретної науки знаходить яскраве відображення в діалектичній єдності філософського, загальнонаукового та конкретно-наукового змісту понять. Психолого-педагогічним проблемам формування наукових понять присвячені роботи П. Я. Гальперіна [76], А. В.Усової [346], Н. Ф. Тализіної [332], Л. Я. Зоріної [143], Г. М. Голіна [92] та ін. У нашому дослідженні концепція єдності наукової картини світу розглядається як дійовий інструмент для визначення методологічних основ системи інтеграції фундаментальних та фахово зорієнтованих знань, оскільки основні її риси відображають ту спільність, на фундаменті якої ґрунтуються дисципліни всіх циклів підготовки фахівця природничої галузі. Дана концепція та система загальнонаукових інваріантів обрана методологічною основою системної інтеграції знань.

Визначивши системою орієнтування загальнонаукові інваріанти природничих знань, що об'єднані концепцією взаємозв'язку наукової та фізичної картин світу, можна сформулювати основні методологічні функції такої концепції:

- здійснення науково обґрунтованої систематизації всього матеріалу фундаментальних загальноприродничих дисциплін у світлі еволюції ідей фізичної та наукової картин світу;
- виокремлення системи основних (засадничих) ідей та принципів;
- визначення системи методологічних принципів взаємозв'язку наукових понять фізики та інших природничих дисциплін різних циклів медичної підготовки;
- розроблення конкретних методик посилення взаємозв'язку між фундаментальною та фаховою підготовкою майбутнього лікаря;
- усунення дублювання навчального матеріалу, недоліків, неповних або некоректних формулювань понять та законів.

Особлива роль у встановленні зв'язків між фундаментальними природничими дисциплінами, що вивчаються в медичному університеті, а, отже, у формуванні єдиної наукової картини світу, належить концепції еволюції фізичної картини світу.

У науковій та навчально-методичній літературі існують різні підходи до проблеми систематизованого викладу питань еволюції ФКС [92, 127, 144, 233, 234, 385]. Але внутрішня логіка побудови фізики підказує, що в основу періодизації варто покласти якісні зміни вихідних філософських ідей, які послужили базою нових фізичних теорій. На думку М.В. Мостепаненко [231], основними етапами еволюції є: механічна, електродинамічна та квантово-польова картини світу. Основною методологічною функцією концепції еволюції є формування гносеологічного аспекту світогляду, оскільки процес еволюції фізичної картини світу дає змогу визначити основні закономірності розвитку наукового знання, підтвердити припущення про пізнаваність світу та об'єктивність наукових знань, зрозуміти протиріччя процесу пізнання та його історичної обмеженості [17, 231]. Важлива методологічна функція концепції еволюції належить також методологічному принципу систематизації, аналізу та об'єднання всіх емпіричних та теоретичних знань фізики і природничих наук навколо стрижневих ідей фізичної картини світу, який, по суті, є принципом єдності наукової картини світу. Фундаментальна фізика все частіше виступає системотвірним чинником у становленні природознавства як єдиної науки про природу – "фундаментальні закони фізики, система її основних принципів та категорії становлять по суті інваріант природознавства" [432].

Принцип єдності наукової картини світу характеризується взаємозв'язком та взаємопроникненням окремих, таких, що змінюють один одного, етапів розвитку фізичного знання, єдністю підходів до різних явищ і знаходить своє відображення в основних рисах сучасної картини світу [17, 127, 234]. На основі аналізу сучасної концепції фізичної картини світу в цих дослідженнях визначені методологічні функції фізичної картини світу, згідно з якими фізична картина світу служить:

- методологічним принципом науково обґрунтованого відбору, систематизації та узагальнення навчального матеріалу;
- категоріальним апаратом методологічного аналізу та синтезу фізичного знання;
- методологічною основою внутрішньо- та міжпредметних зв'язків;

– критерієм світоглядного змісту фізичних понять, законів, теорій;

– природничо-науковою основою та засобом формування світогляду.

Сучасне суспільство все більше набуває рис "суспільства знань", тобто соціальної системи, яка будується і розвивається навколо процесів продукування, розподілу та використання наукових знань. Університети мають адаптуватися до динаміки ринку праці, який потребує постійного оновлення професійних знань а, отже, і нових форм, методів та засобів опанування ними. Інтеграція загальноприродничих та фахово зорієнтованих знань зумовлює необхідність вдосконалення курсу фізики не лише як знань (наукових фактів, теорій, концепцій), а й у аспекті інтелектуальних вмінь та навичок, які складають основу розвитку й самореалізації особистості. Предметом вивчення мають бути не лише результати чиєїсь інтерпретації (викладача, автора підручника), чийогось сприйняття, які подаються як істина. Оволодіння змістом навчальної дисципліни має бути націлене насамперед на формування загальних способів мислення та діяльності, що адекватні до фахових, і здійснюватися послідовним моделюванням у різних формах навчальної діяльності.

У рамках проблеми інтеграції фундаментальних та фахових знань проводилося два експериментальні дослідження: коротко- та довгострокове. Короткотривале (впродовж двох років) спостереження не було плановaним і закономірності, про які йтиметься, були виявлені випадково в ході аналізу результатів оцінювання успішності студентів на їхню надійність. Відповідно до *методу альтернативних форм,* підтвердженням надійності оцінювання є наявність кореляційного зв’язку між результатами, отриманими при альтернативних формах оцінювання. Цілком логічно припустити, що про надійність оцінювання можна судити за значеннями коефіцієнта кореляції r між результатами оцінювання успішності студентів з дисциплін в межах одного циклу підготовки майбутніх лікарів: гуманітарний, природничо-науковий, фаховий. Такий підхід є виправданим, оскільки коефіцієнт кореляції є мірою узгодженості між двома множинами показників. На першому курсі студенти завершують вивчення ряду дисциплін гуманітарного та природничо-наукового (медична та біологічна фізика, медична хімія, біологія) циклів.

При обчисленні коефіцієнтів попарної кореляції між оцінками (як оцінку з дисципліни використовували середню арифметичну суму балів за модулі) з дисциплін всередині цих циклів виявилося, що коефіцієнти попарної кореляції оцінок з медичної та біологічної фізики (МБФ) з іншими дисциплінами є більшими, ніж коефіцієнти попарної кореляції між будь-якими іншими навчальними дисциплінами.

Ще менш очікуваним виявився той факт, що виявлена закономірність простежується навіть для коефіцієнтів попарної кореляції між дисциплінами різних циклів, а значення *r* між медичною та біологічною фізикою і дисциплінами гуманітарного циклу навіть дещо більші, ніж між навчальними дисциплінами всередині цього циклу. Загалом досліджувалися результати оцінювання успішності 925 студентів з 5 різних навчальних дисциплін. Результати таких обчислень подано в табл. 2. 2. Ці результати, з одного боку, свідчать про проблеми та суперечності, що мають місце в циклі гуманітарних дисциплін і породжують ряд проблем соціального та управлінського характеру (наприклад, через низьку узгодженість між показниками успішності в циклі гуманітарних дисциплін значно зменшився відсоток студентів, що отримують стипендію).

Таблиця 2.2

Коефіцієнти попарної кореляції між показниками успішності студентів першого курсу медичного університету

Назва дисципліни	**Коефіцієнт кореляції**	**Назва дисципліни**
МБФ	0,33	Ділова українська мова
МБФ	0,62	Медична хімія
Ділова українська мова	0,37	Медична хімія
МБФ	0,42	Історія медицини
Історія медицини	0,46	Медична хімія
Історія медицини	0,2	Ділова українська мова
Ділова українська мова	0,19	Культурологія
МБФ	0,4	Культурологія

З іншого боку, ці результати спонукали нас до подальших досліджень, зокрема, аналізу узгодженості між оцінкою знань з медичної фізики та успішністю вивчення природничо-наукових фундаментальних дисциплін, що мають фахове спрямування: нормальної фізіології, анатомії людини, гістології, цитології, ембріології. З цією метою було проведено дослідження у двох аспектах.

По-перше, обчислювалися коефіцієнти попарної кореляції між результатами оцінювання рівня знань з курсу МБФ та аналогічними показниками зазначених вище дисциплін (табл. 2.3).

По-друге, досліджувався характер статистичної залежності між результатом оцінювання з фізики та сумарним балом студента з усіх навчальних дисциплін, вивчення яких завершується на першому та другому курсах. Обчислювався кореляційний момент та коефіцієнт кореляції між цими величинами. Отримані результати підтвердили припущення про наявність кореляційного зв’язку між цими параметрами, велике значення коефіцієнта кореляції $r \approx 0{,}74$ засвідчило наявність сильного кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Таблиця 2.3

Коефіцієнти попарної кореляції між показниками успішності студентів з природничих дисциплін загального та фахового спрямування

Назва дисципліни	Коефіцієнт кореляції	Назва дисципліни
МБФ	0,73	Нормальна фізіологія
МБФ	0,54	Гістологія, цитологія, ембріологія
МБФ	0,39	Анатомія людини
Медична біологія	0,32	Нормальна фізіологія
Медична біологія	0,27	Анатомія людини
Хімія	0,38	Нормальна фізіологія
Хімія	0,4	Гістологія, цитологія, ембріологія

Крім цього, автором проводилося довготривале спостереження (впродовж 18 років) за фаховим та кар’єрним ростом колишніх студентів Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. Експериментальна "група" (ми

вживаємо термін "група", оскільки ці студенти навчалися в різні роки) складається з 62 осіб, які виявили високий рівень знань з фізико-математичних дисциплін і глибоке розуміння навчального матеріалу. Успішність фахового зростання оцінювали за такими показниками: середній бал у дипломі, професійна мобільність, наявність публікацій у закордонних та вітчизняних виданнях, наявність вченого ступеня (табл. 2.4).

Обґрунтування отриманих результатів видається цілком логічним, виходячи з принципу єдиного інтелекту та професійного мислення. "Інтелект у людини єдиний і єдині основні механізми мислення, однак, відрізняються форми мисленнєвої діяльності, оскільки відрізняються задачі, які стоять у тому чи іншому випадку перед розумом людини", – так формулює принцип єдиного інтелекту Б.М. Теплов [259, с.289]. Диференціація типів мислення відбувається залежно від характеру подальшої діяльності.

Таблиця 2.4

Показники фахового зростання студентів, що поглиблено вивчали фізико-математичні дисципліни, %

Показник	Середній бал у дипломі вищий, ніж 4,5	Публікації у вітчизн./закорд.	Вчений ступінь канд./д-р	Стажування	(робота) за Зміна фаху (додаткова спеціальність)
$\frac{n_i}{n}100\%$	90	40 / 26	20 / 10	13	13 / 47

Примітка: n – кількість студентів у експериментальні групі (n=62), n_i – кількість студентів, що мають зазначений показник.

Починаючи з другої половини XX ст., у психології широко використовується поняття професійного мислення, яке сформувалось у зв’язку з інтелектуалізацією професійної діяльності, потребою формування у професіонала мислення, яке дає змогу оновлювати знання, підвищувати кваліфікацію, орієнтуватися у потоці інформації, знаходити нестандартні розв'язки проблемних ситуацій. Як зазначається в [259, с. 228], "професійне мислення – це інтелектуальна діяльність щодо розв’язування професійних задач". Однак професійне мислення формується в

когнітивному полі єдиного інтелекту. Серед розмаїття інноваційних технологій сучасної дидактики важливою у цьому контексті є технологія формування критичного мислення, яка здійснюється через три технологічні етапи: виклик, реалізація змісту, рефлексія. Велике значення для професійного мислення має почуття проблемної ситуації, яка ще не з'явилась, але може виникнути в професійній діяльності. Це відчуття базується на комплексній скоординованій роботі "всіх інтелектуальних структур, згорнутому, автоматизованому мисленні, яке миттєво обробляє всі дані, що отримують органи чуттів, пропонує пам'ять, виділяє увага відповідно до потреб особистості, … і слугує основою для вибору адекватних засобів та способів розв’язування професійних задач" [259, с.289]. Професіонали високого класу часто відчувають предмети і засоби своєї діяльності як продовження свого тіла, як свої власні органи чуттів, так А.Ейнштейн, за його висловом, "мислив зоровими відчуттями", а І.М. Сєченов – "м’язовими відчуттями".

Відповідно до принципу єдиного інтелекту кожна навчальна дисципліна має свою цінність у аспекті формування професійного мислення оскільки надає не лише предметні знання й способи практичного використання знань, а й створює фундамент інтелектуального досвіду та інформаційної мобільності. Цінність навчальної дисципліни великою мірою залежить від ступеня її формалізації та структуризації, а також від рівня використання її в інших дисциплінах та професійній діяльності. Знання фізики передбачає об'єктивне обґрунтування та розуміння реального світу на фундаментальному рівні, у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін формуються основи системного, логічного та критичного мислення. Лікар у своїй діяльності широко користується такими логічними категоріями як поняття, судження, умовиводи, дедукція, індукція, заперечення, аналогія тощо. Тобто вивчення фізики та математики формує фундамент когнітивного досвіду та інформаційної мобільності, безпосередньо впливаючи на професійне мислення, даючи змогу швидко оволодіти суттю проблеми, прийняти оптимальне рішення в будь-якій галузі знань. Фізика, на думку [440], найповніше відображає здатність інтелекту аналізувати невизначену ситуацію, описувати її з використанням термінології, встановлювати основні чинники, доводити рівень

розуміння до можливості теоретичного передбачення розвитку в часі. Визначальною є роль фізико-математичних дисциплін і у формуванні двох важливих для особистості лікаря діалектично пов'язаних ментальних структур: запрограмованість на творчий пошук та на високу професійну та соціальну відповідальність.

На підтвердження висновків, зроблених на основі статистичного аналізу результатів оцінювання, наведемо ще й такий факт: вчені-фізики неодноразово ставали лауреатами Нобелівської премії в галузі медицини та фізіології, хімії, економіки, але жодного разу Нобелівську премію в галузі фізики не отримав фахівець з іншої наукової галузі.

У табл. 2.5 подано інформацію про фізиків, які у різні роки стали лауреатами Нобелівських премій у галузі медицини та фізіології.

Таблиця 2.5

Вчені-фізики – лауреати Нобелівської премії в галузі медицини та фізіології

Прізвище вченого	Країна, фах	Рік	Відкриття, за яке присуджена Нобелівська премія
Арчібальд Хілл	Англійський фізик	22	За відкриття у галузі теплотворення м'язів
Георг Бекеші	Угорський фізик	61	За відкриття фізичних механізмів подразнення равликом
Моріс Вілкінс	Англійський біофізик	62	За відкриття, що стосуються молекулярної структури нуклеїнових кислот та їх значення для передачі інформації у живій матерії
Алан Ходжкін	Англійський біофізик	63	За відкриття іонних механізмів, що беруть участь у збудженні та Гальмуванні
Макс Дельбрюк	Американський фізик	69	За відкриття механізмів реплікації і генетичної структури вірусів
Розалін Ялоу	Американський фізик	77	За розвиток радіологічних методів визначення пептидних гормонів
Аллан Маккормак	Американський фізик	79	За розробку методів рентгенівської комп'ютерної томографії
Годрі Хаундсфілд	Британський фізик		
Девіз Хьюбелл	Американський фізик	81	За відкриття, пов'язані з обробкою інформації у зоровому аналізаторі
Пітер Менсфілд	Британський математик	03	За дослідження в галузі магнітно-резонансної томографії
Пол Латербер	Американський фізик		

Доповнюючи подану в таблиці інформацію, зазначимо, що лауреат Нобелівської премії у галузі фізіології та медицини (1908 р.) І. Мечников закінчив у Харкові університетський чотирирічний курс на фізико-математичному факультеті за два роки, а І. Павлов (лауреат Нобелівської премії 1904 р.) перед вступом до Медико-хірургічної академії закінчив фізико-математичний факультет Петербурзького університету та отримав ступінь кандидата природничих наук.

Тому ще одним засадничим принципом інтеграції фахової спрямованої та фундаментальної підготовки при вивченні дисциплін фізико-математичного циклу визначено принцип єдиного інтелекту та професійного мислення.

Важливим для інтеграції фундаментальних та фахових знань є і зворотний вплив – методи фундаментальних наук мають активно використовуватися при вивченні фахових дисциплін. Саме це, на нашу думку, дасть змогу системно формувати вміння використовувати фізичні методи, закони та закономірності для розв'язання професійних завдань. Таке навчання можна визначити як системно орієнтоване. Важливе значення в цьому аспекті мають інтегровані курси, у яких одночасно беруть участь не тільки фахівці-медики, а й фізики, хіміки, фізіологи. Методика проведення таких занять все ширше впроваджується в дидактику професійної освіти європейських країн (на прикладі Віденського університету описана в підрозділі 1.4.).

Сучасне суспільство потребує утилітарного прагматизму у професійній підготовці, тому в сучасних умовах передові класичні університети серйозно посилюють як фундаментальну, так і фахову компоненти навчальних програм, нерозривно поєднуючи у часі теорію та практику впродовж усього процесу навчання. При цьому зміщення акцентів з теорії на практику відбувається поступово, починаючи з першого року навчання, реалізується так звана Z-модель навчання, яка приходить на зміну традиційній Н-моделі. За традиційного підходу (Н-модель) на перших курсах домінувало вивчення теоретичних дисциплін, а потім, на старших курсах, основна увага приділялася навичкам практичного їх застосування до клінічних проблем (рис. 2.2).

Динамічний ринок праці зумовив появу глобальної суспільної проблеми швидкого навчання і перекваліфікації фахівців упродовж усього життя, яку неможливо розв'язати залишаючи незмінною систему професійної освіти. Критерієм готовності випускника до набуття будь-якого фаху є оволодіння методологією професійної діяльності – арсеналом усіх теоретичних та практичних засобів, які містяться в дисциплінах навчального плану. Іншими словами, випускник повинен уміти цілеспрямовано використовувати в інтеграційному зв’язку “апарат” кожної з дисциплін для дослідження та розв'язання фахових проблем, надалі у навчанні, роботі, у житті в цілому. Розв'язання такого завдання можливе лише на основі оновлення та подальшого вдосконалення всієї системи безперервної професійної підготовки, цілям якої мають підпорядковуватись всі форми навчальної роботи, розпочинаючи з першого курсу.

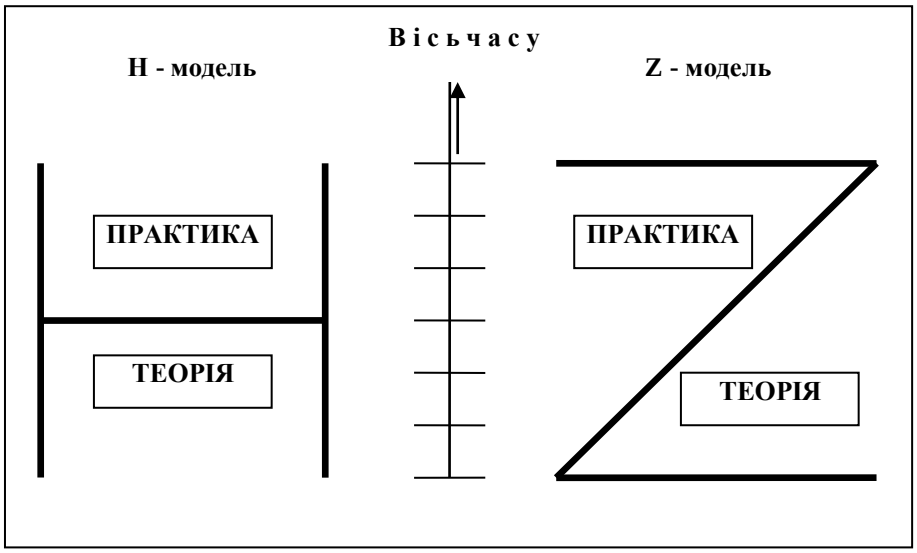


Рис. 2.2. Інтеграція теоретичної та практичної підготовки майбутніх лікарів

Має істотно посилитись основна перевага класичної університетської освіти – здатність працювати на довготривалу перспективу, забезпечуючи інтелектуальний розвиток студента, формуючи та розвиваючи його конвергентні та дивергентні здібності. Університети мають сьогодні ексклюзивну потенційну можливість реалізувати модель навчання, за якої професори та викладачі не лише передають знання, а й здійснюють науковий пошук, працюючи в практичних ситуаціях, де відсутні готові рішення. Суспільство знань потребує поєднання наукових досліджень і процесу навчання. Повноцінна освіта незалежно від профілю спеціаліста має формувати

цілісне уявлення про наукову картину світу, закладати необхідний для професійної діяльності фундамент, сприяти творчому розвитку особистості та правильному вибору власної траєкторії неперервної освіти. Ці вимоги можуть бути дотримані лише за умови ***фундаментальності*** вищої освіти, яка базується на новітніх педагогічних технологіях.

Оскільки пріоритетним завданням, спільним для всіх природничих дисциплін, є побудова цілісного каркасу природничо-наукової картини світу, то фундаментальні фізичні знання (основні закони, теорії, концепції) мають формувати інваріанту основу курсу "Медична та біологічна фізика". Використання системно-структурного підходу при конструюванні навчального матеріалу сприяє формуванню у майбутніх лікарів цілісної фізичної та природничо-наукової картини світу в усій різноманітності її складових та зв'язків між ними. При розробці методичної системи, яка базується на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки, ми домагалася такого конструювання змістових модулів, щоб кожен із них мав як горизонтальні (між дисциплінами одного циклу підготовки), так і вертикальні (між дисциплінами різних циклів) міжпредметні зв'язки (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Інтеграція фундаментальних знань по горизонталі та вертикалі

При постановці лабораторних робіт, доборі задач, завдань для самостійної роботи слід враховувати висновки, отримані на основі опитування провідних фахівців у різних галузях медицини, а також на основі аналізу наукової та науково-методичної літератури і власного педагогічного досвіду з метою максимального забезпечення зв'язків тематики лабораторних і практичних занять з фаховими проблемами, актуальними для сучасної медицини.

Посилення фахового компонента можна досягти за рахунок наближення сучасного професійного досвіду до навчального процесу. Це потребує активного використання ІКТ, імітаційного моделювання, статистичних методів аналізу, які поєднуються з глибокими фундаментальними знаннями. З іншого боку це дозволить уникнути типової для традиційного підходу проблеми, коли студентів перевантажують фундаментальними та фаховими знаннями, які в переважній більшості не можуть бути використані у конкретних практичних ситуаціях, оскільки вони не відповідають змінам та трансформаціям, що відбуваються в суспільстві.

Побудова методичної системи, яка базується на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки, передбачає врахування основних дидактичних закономірностей. Виходячи з класифікації П. Підласого та розробок, запропонованих І. Козловською [171, с.61], ми проаналізували значущість дидактичних закономірностей навчання з метою практичного використання у контексті зазначеної проблеми (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Дидактичні закономірності навчання

Закономірність	Бали
Результати навчання залежать від способу структурування навчального матеріалу на частини, які підлягають засвоєнню	90
Продуктивність засвоєння заданого обсягу знань у певних межах обернено пропорційна кількості навчального матеріалу чи обсягу дій, що вимагаються	25
Результати навчання залежать від засобів та методів, що використовуються	25
Результати навчання прямо пропорційні до усвідомлення цілей навчання	15
Результати навчання у певних межах пропорційні тривалості	15

навчання

Продуктивність засвоєння заданого обсягу знань у певних межах обернено пропорційна складності навчального матеріалу чи дій, що формуються	7

Таким чином, при побудові методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін, яка зорієнтована на інтеграцію фундаментальної та професійної складових, визначальними є такі питання:

– поглиблення теоретичної, методологічної, світоглядної та практичної спрямованості у змісті фізико-математичних дисциплін;
– оволодіння методологічною культурою;
– виділення інваріантів та встановлення на їх основі міждисциплінарних зв'язків як цементуючої основи загальнотеоретичного фундаменту професійної підготовки;
– постійне підвищення інтегративності, системності та функціональності теоретичних знань та дій;
– формування навичок проведення наукових досліджень;
– оволодіння сучасними інформаційними технологіями;
– оволодіння студентами узагальненими способами алгоритмізації та проектування своєї пізнавальної та науково-дослідної діяльності;
– формування системного та критичного мислення спеціалістів, яке виникає завдяки посиленню зв'язків між навчальними дисциплінами;
– знаходження оптимальних співвідношень між фундаментально-теоретичною та професійно-практичною підготовкою спеціаліста.

Запропонована в нашому дослідженні модель інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів при вивченні фізико-математичних дисциплін має основні риси функціональної моделі з елементами логічної, а також моделей стохастичних, інформаційно-системних, розвивальних та моделі активізації з урахуванням специфічних рис, притаманних дидактичним моделям у медичній освіті. Її вихідними компонентами слугують зміст навчального матеріалу, методи навчання, цілі навчання, прогнозований результат навчання, засоби навчання та

організаційні форми навчання. Методологічною основою вивчення всіх об’єктів матеріального світу, а отже, і живої природи, є основні ідеї та принципи концепції єдності фізичної та наукової картин світу, еволюції фізичної картини світу; вони є категоріальним апаратом інтеграції та синтезу наукових знань, основою методологічного аналізу змісту та понятєвої структури наукових теорій та законів, засобом встановлення світоглядного змісту будь-якого наукового знання. Інтеграція фундаментальної та фахової підготовки при вивченні фізико-математичних дисциплін також ґрунтується на принципі істинної єдності природи та ідеї єдності знань у змістовному, структурному, логіко-гносеологічному, науково-організаційному, лінгвістико-семіотичному та методичному аспектах, принципі єдиного інтелекту та професійного мислення.

2.2. Конструювання змісту інтегрованих навчальних дисциплін фізико-математичного циклу, що вивчаються у медичному університеті. Інваріантна та варіативна складові курсу “Медична і біологічна фізика”, їх роль у підготовці лікарів різного фаху

Методичні проблеми вивчення фундаментальних загальноприродничих дисциплін у медичних університетах далекі від розв'язання. Серед них особливе місце належить проблемі конструювання змісту навчального матеріалу. Ця проблема є надзвичайно складною та важливою водночас, адже корені фахової підготовки спеціалістів будь-якої галузі беруть свій початок у вивченні циклу фундаментальних дисциплін; саме ці дисципліни забезпечують пріоритетність формування наукових знань. Успішне розв’язання проблеми конструювання змісту дозволить розв’язати ряд інших важливих методичних та методологічних проблем, які виникають при вивченні інтегрованого курсу "Медична та біологічна фізика":

- забезпечення логічної та чіткої структури навчальної дисципліни;
- дотримання системного підходу;
- забезпечення наукової цілісності та фундаментальності інтегрованої навчальної дисципліни;

– поєднання доступності та строгості викладу навчального матеріалу з урахуванням специфіки майбутнього фаху та невеликої кількості годин, що відводяться на навчальну дисципліну.

Найскладнішою частиною конструювання змісту освіти є відбір наукових знань, якими мають опанувати студенти. Ця проблема успішно розв'язується колективом опорної кафедри, якою є кафедра медичної та біологічної фізики НМУ ім. О. О. Богомольця, під керівництвом професора О.В. Чалого.

Змістова частина навчальної дисципліни визначається існуючими освітніми стандартами з дотриманням принципу відповідності всіх елементів змісту освіти вимогам сучасного суспільства, однак, вони не дають відповіді на питання „яким чином при надзвичайно малій кількості аудиторних годин можна ефективно засвоїти програмовий матеріал?” Ситуація, що склалася, вимагає продуманої цілісної системи добору змісту навчального матеріалу та використання нових підходів до її реалізації. Основне завдання полягає в тому, щоб відбирати з науки такий мінімум знань, який, будучи стабільним та фахово орієнтованим, містив би розвиваючу та виховну складові, був достатнім для подальшого поповнення знань, формування наукового стилю мислення та наукового світогляду і водночас надмірно не перевантажував студентів.

Яким повинен бути курс фізики, що вивчається у медичних університетах: чи він має відповідати змісту загальної фізики з фахово зорієнтованими доповненнями, чи це має бути біофізика, а можливо, – поєднання того й іншого у певній послідовності? Така проблема є спільною практично для всіх природничих, але нефізичних спеціальностей. Суть її пов’язана з особливостями використання фізики у фаховій діяльності майбутнього спеціаліста. Для спеціаліста-фізика основним є фізична суть явищ природи, для фахівця-медика основним є об’єкт дослідження – людина, так само як для еколога – біосфера, зоолога – тварина тощо. Спеціалісти першого напрямку мають чітко усвідомлювати структуру та зміст фізики, оскільки на її розвиток як наукової дисципліни спрямована їх фахова діяльність. Для інших фахівців фізика виступає як фундаментальна загальноприроднича дисципліна і для них головним є вміння

використовувати знання, здобуті у процесі вивчення фізики, при розв'язанні фахових задач. Це обумовлює розроблення особливих підходів при доборі наукової інформації, коригуванні, оновленні та структуруванні навчального матеріалу з фізики у медичному університеті.

Дидактичними підставами для розробки загальних теоретичних уявлень є знання дидактики та методологічних засад наукового обґрунтування навчання, використання системного підходу, оволодіння методами педагогічної інтерпретації соціального замовлення. Дидактичні вимоги вказують на необхідність ієрархічності рівнів формування змісту освіти, трансформації загальних цілей щодо його складових. При конструюванні змісту освіти на рівні навчальної дисципліни та навчального матеріалу потрібні такі ж дидактичні засади, але більш конкретні. Підходи до конструювання змісту фізичної освіти розглядалися в роботах багатьох дослідників. Назвемо найголовніші:

- ідея виділення ядра та оболонки освіти (А.Н. Маркушевич, В.А. Фабрикант);
- принцип двоступеневої побудови шкільного курсу фізики (А.В. Пьоришкін, Н.А. Родіна, Л.М. Резніков, А.В. Усова);
- принцип відтворення генезису наукового пізнання в навчальному процесі (В.Г. Разумовський, С. А. Шапоринський);
- принцип генералізації змісту навколо фундаментальних фізичних теорій (Г.М.Голін, С. Є. Каменецький, А. Є. Марон, В. В. Мултановський, А. А. Пінський, Л. С. Хижнякова та інші);
- закономірності формування понять у системі фізичних знань та умінь (Р.Ю.Волконський, Г.С.Ковальова, І.І. Нурмінський, А.В.Усова);
- розвиваюче навчання (Н.Н. Зверева, Г.Н. Крау, І.Я. Ланіна);
- диференціація навчання, проблеми обдарованих дітей (М.М. Балашов, О.Ф. Кабардін, А.С. Кондратьєв, В.А. Орлов, Н.С. Пуришев, Н.М. Шахмаєв, Б.М. Яворський);
- інтеграції курсів (А.А.Пінський, В. Г. Разумовський, Л.В.Тарасов та інші);
- навчальний фізичний експеримент (Л. І. Анциферов, В.А. Буров, Б.С. Зворикін, О.Ф. Кабардін, А.А. Покровський, В.Ф. Шилов, Т.Н. Шамало);

– комп’ютеризація фізичної освіти (В.А. Ізвозчиков, В. В. Лаптєв, А. В. Смирнов).

Накопичений досвід, з урахуванням цілком природних відмінностей між підготовкою фізиків та спеціалістів медичної галузі, використовувався нами при конструюванні та коригуванні змісту фізичної освіти у медичних університетах

Для реалізації у дидактиці наукового підходу до структурування навчального матеріалу інтегрованої дисципліни маємо, перш за все, встановити та обґрунтувати вихідну класифікацію наук і галузей знань, на основі якої формується ця навчальна дисципліна. Тоді взаємозв'язок знань у змісті навчання (інтегровані навчальні одиниці різного масштабу, навчальні модулі тощо) будуть органічними частинами системи об'єктивно наявних знань і реальних зв'язків між ними.

З цією метою доцільно, насамперед визначитися у дефініціях, з’ясувавши що являє собою інтегрований курс "Медична та біологічна фізика". Нині існує велике розмаїття трактувань біологічної фізики, яка виникла на стику фізики, біології, хімії та математики. Декілька десятиліть тому превалювала думка, що біофізику слід відносити до біологічних наук. Наприклад П. Г. Костюк, Ю. А. Владіміров трактують біофізику як фундаментальну [67, с. 3] молоду [184, с. 3] *біологічну* (курсив автора) дисципліну, яка вивчає "фізичні механізми та фізико-хімічні процеси, що лежать в основі життєдіяльності біологічних об'єктів" [184, с. 3]. Їм опонує М. В. Волькенштейн і дає лаконічне формулювання: "Біофізика - це фізика складних макроскопічних молекулярних систем – клітин та організмів", наголошуючи, що біофізика "є **фізикою** явищ життя, а не допоміжною галуззю біології чи фізіології" [71, с. 7]. Автор справедливо вважає, "що сучасна фізика – єдина наука про будову та властивості матерії і вона має служити теоретичною основою будь-яких галузей природознавства. Це уже реалізовано в хімії. Через надзвичайну складність біологічних явищ теоретична біологія розвивалася поки що незалежно від фізики» [71, с.7]. Розширення арсеналу фізичних та математичних методів у дослідженнях біологічних об’єктів зумовило зміну акцентів у трактуванні

біофізики як наукової галузі і сьогодні переважаюча більшість вчених розглядає біофізику як наукову галузь фізики.

Таким чином, узагальнюючи сучасні означення, можна стверджувати: біофізика – це фізична наука, яка вивчає фізичні механізми та фізико-хімічні процеси, що лежать в основі життєдіяльності живих організмів.

Нині досить складно дати чітке формулювання медичної фізики як наукової галузі, а отже і як навчальної дисципліни, – ця наукова галузь, на наш погляд, проходить період свого становлення та формування. Професор Ю.А. Владіміров вживає термін "медична біофізика", вважаючи, що "предметом медичної біофізики є насамперед вивчення людського організму та процесів, що пов’язані з порушенням життєдіяльності в цьому організмі" [67, с.3]. А.М. Ремізов розглядає медичну фізику як "комплекс розділів прикладної фізики так біофізики, в яких розглядаються фізичні закони, явища, процеси та характеристики стосовно медичних задач" [264, с. 17]. На думку М. Лівєнцева, під назвою медична фізика часто об’єднують "необхідні для лікаря питання прикладної біофізики разом з елементами загальної фізики, які стосуються фізичних методів діагностики та лікування, а також принципів будови відповідних приладів та апаратів" [209, с. 7]. Професор О.В. Чалий зазначає: "Медична фізика – це прикладний розділ фізики, у якому фундаментальні закони фізики застосовують для дослідження процесів, що відбуваються у живих організмах, з метою їх використання у медицині".

У розвитку та становленні медичної та біологічної фізики як наукових галузей можна виділити декілька стадій. Російські колеги вважають, що біофізика започаткована М. В. Ломоносовим, який висунув гіпотезу про теорію кольорового бачення. Однак домінуючою в науковій літературі є думка, що початком біофізичних досліджень варто вважати роботу Л. Гальвані (1791 р.) про вплив електрики на м'язову діяльність. Визначальний вклад у становлення біофізики внесений відкриттями Г. Гельмгольца в галузі біологічної оптики, дослідженнями гідродинамічної природи серцевої діяльності Т. Юнга, роботами Р. Майера та Г. Гельмгольца в обґрунтуванні закону збереження енергії стосовно живих організмів, теорією електролітичної дисоціації С. Арреніуса, яка згодом була використана

Нернстом для створення іонної теорії біоелектричних явищ. Особлива роль належить дослідженням засновника першої кафедри біофізики Д'арсонваля: розроблені ним методики дії імпульсного високочастотного струму на біологічні об'єкти успішно використовуються і в сучасній медичній практиці.

Досягнення фізики минулого століття мали великий вплив на розвиток медицини та сприяли формуванню біофізики та становленню медичної фізики як нових галузей науки. Серед таких досягнень – відкриття рентгенівських променів (І. Пулюй, В. Рентген). Про їх значущість свідчить хоча б той факт, що в медицині умовно виділяють два періоди: до- та післярентгенівський. Інші досягнення: волоконна оптика, що широко використовується в ендоскопії і зумовила розвиток нової галузі медицини – ендоскопічної хірургії (лапароскопії); створення лазера, яке відкрило еру лазерної хірургії та терапії. Відкриття нових ізотопів та методів їх отримання (Е. Фермі, 1938) зумовило їх успішне використання як радіоактивних індикаторів (метод „мічених атомів"). З діагностичною метою успішно використовується метод електронного парамагнітного резонансу. Відкриття ядерного-магнітного резонансу привело до створення ЯМР-томографії, яка дозволяє отримувати високоякісні зображення внутрішніх органів і є практично безпечною для пацієнтів. Позитрон-емісійна комп'ютерна томографія є на сьогодні єдиним методом, що дає змогу фіксувати захворювання до появи морфологічних змін. Одним із найпоширеніших діагностичних методів є ультразвукове дослідження. Використання ефекту Допплера вперше дало можливість виміряти швидкість течії крові, візуалізувати артерії, неінвазивно дослідити роботу клапанів серця. Закони теплового випромінювання лежать в основі сучасної термографії. Спектрографічні дослідження є ефективними методами хімічного аналізу і широко використовуються в клінічній медицині, біохімії, гігієні, судовій медицині. Люмінесцентний аналіз дозволив розробити доволі прості і водночас прецизійні методи діагностики багатьох імунних захворювань, алергій, токсикозів, атеросклерозу. Серед досягнень біофізики минулого століття особливо варто виділити розшифровку Л. Полінгом просторової структури білка, Дж. Уотсоном та Ф. Криком подвійної спіралі ДНК, а також роботи А. Хілла, К. Коула та багатьох інших.

Відповідно до стадій формування біологічної та медичної фізики як наукових галузей відбувається становлення та розвиток сучасного курсу "Медична та біологічна фізика". Значні успіхи теоретичної та прикладної фізики в галузі біологічних та медичних досліджень минулого століття зумовили спочатку профілізацію курсу загальної фізики, який традиційно вивчався майбутніми лікарями і вперше в Україні до специфіки медичного факультету був адаптований Й.Й. Когсоноговим [182], а потім створення інтегрованого на базі суміжних дисциплін курсу, програма якого була затверджена в 1979 році.

Трансформації вищої медичної освіти протягом останніх десятиліть зумовили зміни в навчальних програмах – програми враховують специфіку спеціальностей стоматологія, лікувальна справа, психологія, медико-профілактична справа. Однак, відбулося зменшення кількості аудиторних годин при збільшенні обсягу навчального матеріалу. Серед наслідків таких, в цілому закономірних, трансформацій є і негативні: зниження вимог до курсу, його надмірна адаптація до фахових проблем. Спроби посилення професійної спрямованості фізико-математичних дисциплін, що вивчаються у медичних університетах, інколи проявлялися в тому, що у зміст навчальної дисципліни включався професійно значущий матеріал із суміжних дисциплін: біології, фізіології, кардіології. У деяких випадках обґрунтування фізичних основ такого матеріалу виходило за рамки навчальної дисципліни або потребувало значно глибших фізичних та математичних знань, ніж ті, що передбачені програмою і є реально досяжними. Небезпекою є також спрощення до примітиву, втрата концептуальності курсу через розмінювання його на професійні деталі з одночасною заміною фізичної термінології на лексику, прийняту у даній фаховій галузі. Необхідна "золота середина", яку доводиться знаходити методом спроб та помилок, постійно використовуючи "зворотний зв'язок" у вигляді контрольного опитування, тестування, анкетування студентів.

Принципи науковості та системності передбачають логічне обґрунтування навчального матеріалу з опорою на фундаментальні закони та положення. Інакше навчальна дисципліна ризикує перетворитися в набір фрагментарних, розрізнених фактів, що відносяться до певної наукової галузі. Відсутність науково

обґрунтованих підходів вилучення та ущільнення застарілої інформації зумовлює домінування емпіричного методу при відборі та структуруванні навчального матеріалу. Емпіричний метод відбору змісту освіти призводить до перевантаження програм та навчальних посібників надлишковою інформацією та другорядним матеріалом і породжує ряд інших суперечностей та проблем, найважливішими з яких, є :

- порушення єдності змістової та процесуальної сторін навчання (зміст освіти не може реально існувати поза процесом навчання);
- порушення структурної єдності змісту;
- неузгодженість між суміжними предметами та невиправдане дублювання одного і того ж матеріалу у різних предметах;
- відсутність чіткого акцентування на найголовнішому, недостатня сконцентрованість інформації;
- невелика питома вага завдань, спрямованих на розвиток пізнавальної самостійності, розвиток творчого мислення тощо.

Проблеми загострюються на фоні загального зниження рівня довузівської підготовки з фізики та з інших природничих дисциплін. Все це загрожує навчальній дисципліні втратою статусу фундаментальної. "При відсутності критеріїв формування змісту освіти можна безкарно говорити про необхідність включення в навчальний предмет будь-яких елементів сучасної науки, створюючи з навчальної дисципліни мішок, куди безладно та поспіхом упихують все, що відноситься до сучасної науки", – вважає Е. Г. Юдін [391, с.69]. Ідея, що в навчальні предмети потрібно відбирати небагато, але значущого матеріалу, присутня практично у всіх вчених-дидактів, котрі займаються проблемою змісту освіти. Заслуговує на увагу вислів основоположника квантової механіки М. Планка, щодо важливості піклування не про вивчення великої кількості фактів, а про їх правильне трактування. Перед викладачами, методистами, авторами навчальних посібників завжди буде стояти актуальне завдання: яким чином зуміти передати знання в концентрованій формі, відфільтрувати випадкові елементи, зберегти концептуальну цілісність курсу, надавши йому професійної спрямованості.

Фізика – наука фундаментальна, але це не означає фундаментальність будь-якої навчальної дисципліни, основу якої складає фізика. Курс "Медична та біологічна фізика" виник в результаті характерної для нашого часу тенденції до інтеграції знань на перетині декількох експериментальних і теоретичних дисциплін, хоча базовим, безумовно, є курс загальної фізики. Фундаментальність навчальної дисципліни досягається за умови, що вона адекватно відтворює фундаментальні ідеї, логіку та структуру відповідної наукової галузі з позицій сьогоднішнього дня. Згідно з обґрунтуваннями, викладеними в підрозділі 2.1, фундаменталізація освіти – цілісний процес спрямований на побудову єдиної природничо-наукової картини світу. Вивчення біологічної та медичної фізики – суттєва частина загальної науково-природничої освіти і особлива увага має бути акцентована на наявності у структурі навчальної дисципліни основних рис загальнонаукової картини світу, які конкретизовані в концепціях, ідеях, законах, що складають науково-методологічний фундамент начального матеріалу. Отримання **цілісної системи фізичних знань**, які складатимуть основу професійного мислення і можуть бути ефективно використані у фаховій діяльності, є пріоритетним завданням. На актуальності такої проблеми в сучасній освіті наголошує багато дослідників. Так, К. Корсак [180], вважає "особливо шкідливою" ту обставину, що в сучасній природничій освіті "погіршується стан формування цілісного і сучасного природничонаукового світогляду". О.Н.Голубева та А.Д.Суханов зазначають, що "фундаментальна освіта повинна бути цілісною, для цього окремі дисципліни розглядаються не як сукупність традиційних автономних курсів, а інтегруються в єдині цикли фундаментальних дисциплін, що пов’язані між собою цільовою функцією та міждисциплінарними зв’язками" [96].

Зважаючи на потенційно важливе світоглядне та гносеологічне значення курсу "Медична та біологічна фізика" в структурі медичної підготовки, в рамках констатувального експерименту було проведено анкетування студентів випускних курсів з метою з'ясування їхнього розуміння зазначеного аспекту проблеми. Зокрема пропонувалися такі запитання:

1. Оцініть за п’ятибальною шкалою рівень викладання навчальної дисципліни.

2. Визначте пріоритетність дисциплін, що входять до циклу фундаментальних загальноприродничих, з огляду на їх значущість у формуванні наукового світогляду.
3. Виберіть розділи та теми курсу (список додається), без знання яких неможливе успішне засвоєння змісту фахових дисциплін.
4. Назвіть п’ять фундаментальних загальноприродничих дисциплін, які визначають успішність подальшої професійної та соціальної діяльності.

Результати анкетування засвідчили, що студенти в цілому досить високо оцінюють рівень викладання курсу та організації навчального процесу на кафедрі (24 % респондентів оцінили рівень викладання як дуже високий, 67 % – належний). Однак роль самого курсу у фаховій та соціальній діяльності, у формуванні світогляду, а також у вивченні фахових дисциплін недооцінюють. У відповідях на 4-те запитання лише 12 % опитаних включили фізику в перелік дисциплін, які мають пріоритетне значення у формуванні фахівця медичного профілю і 17 % – у перелік дисциплін, що є пріоритетними у формуванні наукового світогляду.

Формулювання критеріїв добору навчального матеріалу передбачає аналіз та декомпозицію цілей навчальної дисципліни. Загальноприродничі дисципліни відіграють ключову роль у формуванні єдиної природничонаукової картини світу. Знання, отримані при вивченні цих дисциплін, служать спеціалісту довго; від них залежить міцність всієї складної структури знань, тому їх набуття має бути неспішним, серйозним та вдумливим. Важливим є також зворотний вплив – фізичні методи активно використовуються фахівцями інших галузей. Традиційно описові біологія, клінічна та соціальна медицина, гігієнічні дисципліни, фізіологія все активніше використовують фізичні та математичні прийоми й методи, перетворюючись на точні науки.

Загальними цілями курсу "Медична та біологічна фізика" є формування та розвиток наукових знань і вмінь, необхідних для розуміння явищ та процесів, які відбуваються в живій природі, живих організмах, а саме:

– знання основ сучасних фізичних теорій, які складають ядро змісту фізичної освіти;

– оволодіння мовою фізики і вмінням використовувати її для аналізу наукової інформації та викладу основних фізичних ідей;
– формування умінь систематизації, планування та проведення експериментальних досліджень;
– розуміння фізичних основ роботи та набуття практичних навичок у користуванні медичною апаратурою.

У медичному університеті знання фізики є базовими для успішного засвоєння матеріалу інших загальноприродничих навчальних дисциплін: медичної біології, біонеорганічної, фізико-колоїдної та біоорганічної хімії, біохімії; загальнофахових фундаментальних дисциплін: фізіології, анатомії, гістології, мікробіології, фармакології; великої низки дисциплін фахових: кардіології, офтальмології, радіаційної медицини, загальної гігієни та екології людини тощо. Знання фізики також повинні відповідати потребам майбутньої професійної діяльності та забезпечувати базу для засвоєння і створення нових діагностичних та лікувальних технологій.

При постановці цілей маємо враховувати їхню реалістичність. Рівень розвитку студента, наявність необхідних знань, індивідуальні особливості суб’єкта навчання, стан навчального середовища, безумовно, впливають на досягнення запланованого результату навчання. Мета має бути сформульована таким чином, щоб її реалізація була визначеною в часі, при цьому важливо передбачити не тільки кінцевий результат, а й поетапне в часі виконання завдань для досягнення цілі.

Не можна оминути і загальнокультурний аспект, що присутній у фізиці. Дослідження елементів культури, проведене І. Я. Лернером [206], засвідчило, що на будь-якому етапі розвитку культури можна виділити чотири загальні елементи:

1) уже здобуті знання про природу, суспільство, мислення, виробництво та способи діяльності;
2) досвід здійснення діяльності відомими способами, який втілюється в уміннях та навичках особистості, яка засвоїла цей досвід;
3) досвід творчої, пошукової діяльності з розв'язання нових проблем;

4) норми відносин з навколишнім світом, норми міжособистісних стосунків, тобто система вольової, моральної, естетичної, емоціональної вихованості.

Кожен елемент виконує свою специфічну функцію, яка не може бути замінена іншими, і в зміст навчальної дисципліни мають бути включені знання, які формують відповідні елементи культури.

Врахування орієнтації на майбутню діяльність у сфері "людина – людина" спонукає до збільшення уваги до питань з історії фізики, філософських аспектів природознавства. Сучасна фізика містить у собі потужний гуманітарний потенціал, вона розглядає проблеми, які мають велике значення для всіх країн та народів. Зважаючи на обраний фах, насамперед йдеться про біотичні проблеми. Важливими є також енергетичні, екологічні проблеми тощо. Сучасне технологічне суспільство існує в рамках деякого фізико-енергетичного середовища. Оцінка граничних можливостей цього середовища є однією з актуальних проблем сучасності. Так, споживання продуктів біосфери сумісно з усіма паливними ресурсами становить приблизно 6 кВт на людину, що перевищує біологічне споживання їжі в 60 разів. Сучасні витрати енергії характеризуються потужностями порядку 10^{10} кВт, ця величина на порядок перевищує допустиму відновну потужність біосферних джерел енергії. Важливо зазначити, що суттєвою є не тільки кількість спожитої енергії, а й можливості її концентрації у малих об’ємах на короткі проміжки часу. Справді, густина потоку сонячної енергії біля поверхні Землі має порядок 1,6 10^{-2} Вт/см^2, а прецизійна обробка матеріалів супроводжується потоками енергії 5 10^8 Вт/ см^2 , у сучасних лазерах досягається потужність 10^{21} Вт/см^2. Традиційно склалося так, що прерогатива захищати природу належить насамперед тим, хто її вивчає – фізикам, біологам, медикам, гігієністам, екологам**.**

– Проведений вище аналіз, а також обґрунтовані в 1.5. підходи до конструювання відкритої та гнучкої методичної системи, дають змогу здійснити декомпозицію цілей вивчення фізико-математичних дисциплін у медичному університеті за такими категоріями (рис. 2.4.):

Декомпозиція цілей фізичної освіти в системі медичної підготовки:

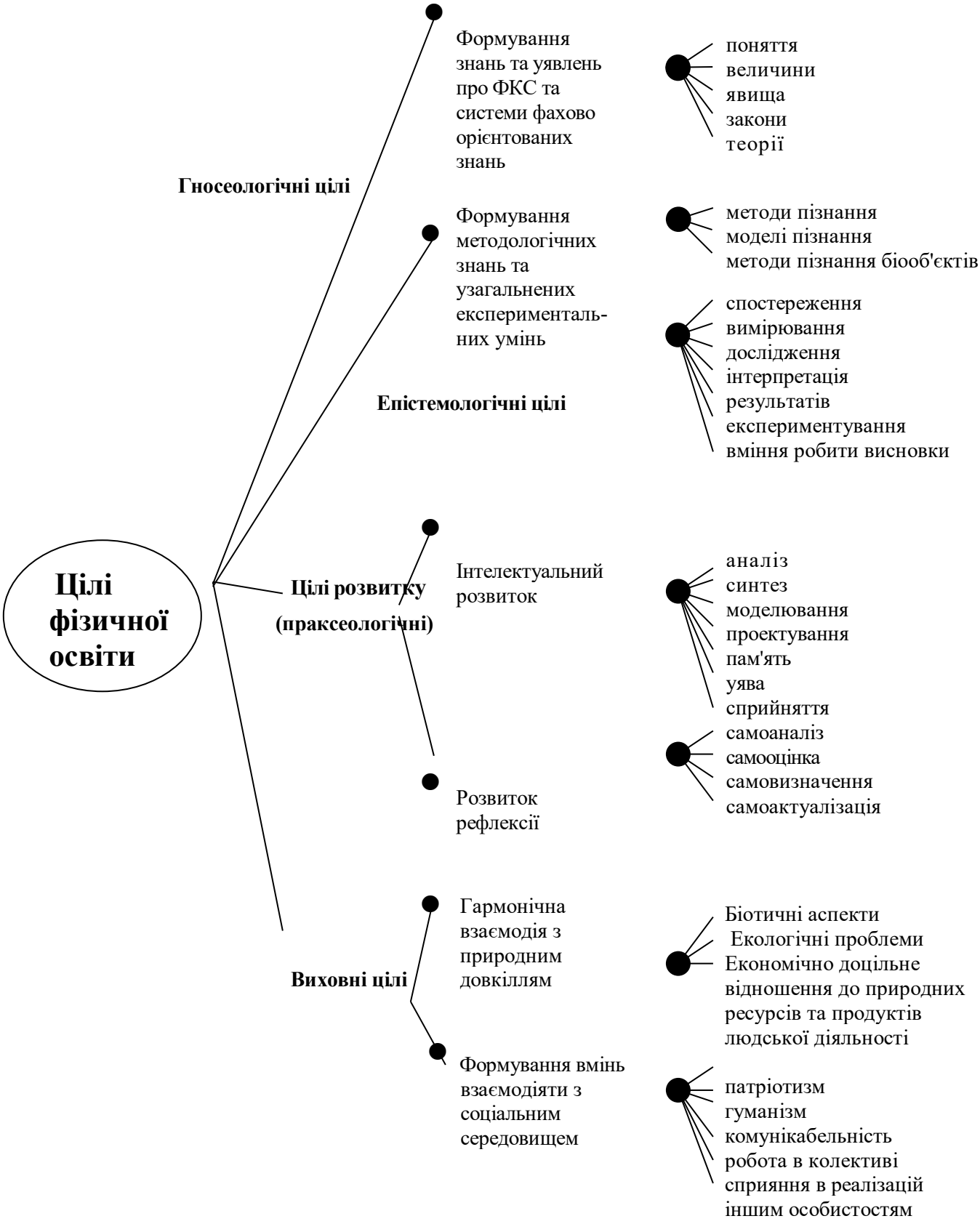


Рис. 2.4 Дерево цілей фізичної освіти

– гносеологічні – формування наукового світогляду (розвиток цілісних уявлень про природу, про єдину наукову фізичну картину світу, про методи та методологію наукового пізнання);
– епістемологічні – формування загальнонаукових та спеціальних (таких, що необхідні для успішного оволодіння фаховими навчальними дисциплінами) умінь та видів діяльності;
– когнітивні – формування здатностей до перетворення матеріального світу на основі законів фізики, розвиток логічного та критичного мислення;

морально-етичні – формування ціннісних пріоритетів.

Доцільність введення того чи іншого матеріалу у зміст навчальної дисципліни диктується також такими показниками, як критерії та засади добору. Розробка дидактичних основ формування змісту освіти і є головним завданням дидактичного дослідження у сфері конструювання змісту.

Відповідно до трирівневої структури змісту освіти розрізняють такі рівні розробки матеріалу:

– загальні теоретичні уявлення;
– розробка змісту навчальної дисципліни;
– розробка навчального матеріалу.

При формуванні змістової частини навчального матеріалу наша увага акцентувалася на тих фактах, без яких неможливе свідоме засвоєння теорії, в кожному розділі виокремлювались структурні елементи, з яких складаються часткові прояви даного явища, закону чи закономірності. Таким чином вдавалось уникати вивчення низки часткових випадків, вивчаючи найважливіші з них не в аспекті окремих особливостей, а в аспекті суті, яку вони відображають. На таких прикладах розкривали методологію застосування знань з фізики до розв’язання фахових проблем та до розуміння інших явищ біологічних систем.

Добір змісту навчального матеріалу здійснювався на основі системного аналізу навчальних планів і навчальних програм, на основі вивчення логічних структур навчальних курсів з урахуванням доступності навчального матеріалу та його значущості для формування цілісної наукової картини світу з використанням

дидактичних та методичних досліджень даної проблеми. Поза сумнівом, у програму мають вводитися сучасні досягнення фізики (наприклад, елементи термодинаміки відкритих систем, процеси самоорганізації у нерівноважних системах, елементи теорії фракталів, синергетики тощо). Фізика дисипативних систем та синергетика доводять універсальність законів самоорганізації, надаючи традиційно описовим науковим галузям методологію формалізованих точних дисциплін. Особливе місце потрібно відводити знанням, які здатні забезпечити розуміння фізичних основ сучасних експериментальних методів: КТ, ЯМР, ЕПР, ПЕТ, тунельній та атомно-силовій мікроскопії, рентгенівському мікроаналізу, комп'ютерному моделюванню. Так, вивчення магнетизму та квантової механіки має забезпечити базу для опанування методик електронного-парамагнітного та ядерного магнітного резонансу, ультразвуку – для сучасних методик ультразвукової діагностики, теплового випромінювання – термографії, радіоактивного випромінювання – позитрон-емісійної томографії тощо.

Наразі, як ніколи, відчувається невідповідність між зростаючим обсягом наукових знань і можливістю їх якісного засвоєння. Це зміщує акценти у формуванні цілей освіти: головною метою стає не набуття знань, а оволодіння способами їх отримання, методологією наукового пізнання, розвиток індивідуальних здібностей. Однак не слід забувати, що актуальний для професіонала (особливо це важливо для фахівця-медика), фонд дійових знань визначальною мірою залежить від рівня розвитку мнемічної діяльності (розвитку пам'яті). На думку психологів, добре розвинена пам'ять – умова розвиненого інтелекту. Важко не погодитись з тезою педагога та психолога П. Блонського, що порожня голова не міркує. Тому при розробці методичної системи навчання біологічної і медичної фізики, доборі навчального матеріалу, розробці системи оцінювання ми дотримувалися рекомендацій Ліверпульської групи експертів з реформування вищої освіти, згідно з якими базовий курс повинен передбачати опанування лише **основних** знань, і домагалися засвоєння, розуміння і запам’ятовування лише основних законів, понять, закономірностей, алгоритмів розв’язання ключових задач. Важливими є настанови викладача на те, що

потрібно вивчити, що перевести у довготривалу пам'ять, який матеріал дається для ознайомлення. Відсутність такого орієнтування призводить до надмірного перевантаження з одного боку та до ігнорування важливої інформації – з іншого. Варто навчати студентів спеціальних мнемічних прийомів, які полегшують запам’ятовування навчального матеріалу, та забезпечувати достатню кількість зв’язків між відрізками навчального матеріалу.

У розробленій методичній системі, яка базується на інтеграції фахової та фундаментальної підготовки, бралися за основу такі правила планування змісту навчального матеріалу інтегрованого курсу:

– забезпечення цілісності курсу та формування цілісної ФКС;
– підпорядкування змісту навчання актуальним фаховим потребам;
– забезпечення відповідності змісту освіти до реальних можливостей студентів;
– виокремлення у змісті навчання головного, істотного (основні знання, вміння, навички, провідні світоглядні ідеї);
– вибір оптимальної структури з огляду на можливість встановлювати логічні взаємозв’язки між елементами освіти (внутрішньо- та міжпредметні зв'язки).

Модель сукупності знань з фізики можна подати у вигляді інваріантного ядра фундаментальних знань, яке доволі повільно змінюється з часом, та оболонки, що містить прикладні знання і є варіативною.

Визначаючись, що в курсі є інваріантом, а що належить до ступенів вільності, без яких неможливий стійкий розвиток системи, ми виходили з того, що методологічним принципом науково обґрунтованого відбору, систематизації та узагальнення навчального матеріалу є формування сучасної фізичної картини світу.

Фундаментальні знання є стійкими і професійна підготовка фахівця великою мірою залежить від наявності фундаментальних знань та уміння використовувати ці знання до розв’язування професійних та життєвих задач. "Наука подвоюється кожні 10 років. Що подвоюється? – факти, а теоретичний склад лишається приблизно стабільним досить довгий час. Саме виходячи з цього складу, треба визначати зміст навчального предмета" [302, с. 15]. Такий підхід дає можливість визначити

стабільне ядро змісту освіти, виявити зв'язки з периферією та забезпечити необхідну змінюваність і лабільність (швидку й адекватну реакцію на вимоги часу).

Прикладні знання з фізики швидко старіють і потребують систематичного оновлення та коригування відповідно до фахової спрямованості; на їхньому прикладі важливо показати, яким чином фундаментальні фізичні чи біофізичні закони можуть бути застосовані для розв’язування фахових проблем. У табл. 2.7 наведено рекомендації з профілізації базового курсу для студентів стоматологічного факультету.

Профілізація знаходить своє відображення при плануванні всіх форм навчальної роботи: лекцій, семінарських, практичних, лабораторних занять, у тематиці позааудиторної роботи.

Таблиця 2.7

Профілізація базового курсу "Медична та біологічна фізика" при його вивченні на стоматологічному факультеті

Розділи курсу (змістові модулі)	**Аспекти профілізації**
Механіка	Зовнішні та внутрішні сили, напруження та деформації. Епюри сил, механічних напружень та механічних моментів (на прикладах стоматологічних конструкцій). Важелі першого та другого роду. Важелі та суглоби щелепно-лицьового відділу. Ступені вільності. Принципи дії гнатодинамометрів Блека, Тіссенбаума, Бабера. Статичні та динамічні навантаження. Міцність матеріалів. Поняття про втомлювальну міцність матеріалів. Визначення сили жувальних м'язів. Методи визначення та основні фізико-механічні властивості кісткової і м’язової тканин, а також стоматологічних матеріалів
Коливання та хвилі. Акустика	Роль зубів у формуванні звуку. Перкусія в стоматології. Дія ультразвуку на біологічні тканини. Використання УЗ в стоматології (для визначення патологічних уражень, зняття зубного каменю, УЗ-біолокація тощо). Ефект Доплера та його застосування в

	стоматології
Біореологія та гемодинаміка	Реологічні властивості зубних та навколозубних тканин. В’язкість слини та її зміни при захворюваннях. Когезія та адгезія, їх роль у лікуванні зубів. Слина як поверхнево активна речовина. Механічні властивості зубів та матеріалів, що використовуються в стоматології. Текучість твердих тіл та її ортодонтичні аспекти. Капіляри зубів та їх вплив на електричний опір зуба
Термодина-міка	Теплофізичні властивості тканин зуба (теплопровідність та теплове розширення). Теплофізичні методи дослідження та випробовування стоматологічних матеріалів
Електродинаміка і електронна медична апаратура	Електропровідність тканин зуба: пульпи, дентину, емалі. Зменшення електричного опору при каріозних ураженнях. Визначення порогового значення сили струму. Електродіагностика в стоматології. Методи визначення електричних властивостей стоматологічних матеріалів. Гальванізація та електрофорез лікарських речовин, гальванічні явища в ротовій порожнині. Прямий та зворотний п’єзоефекти. Використання тензодатчиків для одержання інформації при статичних та динамічних навантаженнях. Методи високочастотної електротерапії в стоматології (дарсонвалізація, діатермія, діатермо-коагуляція, УВЧ-, НВЧ-, КВЧ-терапія
Оптика	Оптичні прилади та їх використання в стоматології (лінзи, рефлектори, стоматологічні дзеркала, різноманітні лампи тощо). Використання джерел УФ та ІЧ світла в сучасній стоматології
Квантова та ядерна фізика	Люмінесценція зубів. Залежність інтенсивності свічення від ступеня ураження, віку, кольору. Рентгенодіагностика в стоматології: рентгенографія, стереорентгенографія, томографія. Рентгенотерапія: лікування захворювань щелепно-лицьового відділу. Дентальні рентгенівські трубки. Використання методу радіографії та

детекторів випромінювання для лікування злоякісних пухлин та інших захворювань щелепно-лицьового відділу. Перспективи використання радіоактивних випромінювань для терапевтичної та хірургічної дії на тканини щелепно-лицьового відділу. Радіаційні методи дослідження стоматологічних матеріалів

Наприклад, незалежно від профілю спеціаліста на всіх факультетах вивчається закон Дюбуа–Реймона, згідно з яким реакція збудливих тканин на дію струму залежить не лише від сили струму, а також і від швидкості його зміни. Тобто порогове значення сили струму, здатного викликати збудження, залежить від часу його дії: чим більша сила струму, тим при меншій тривалості його дії виникає збудження. Цю залежність графічно зображають кривою *I(t)*: амплітудна сила струму – тривалість імпульсу" (рис. 2.5).

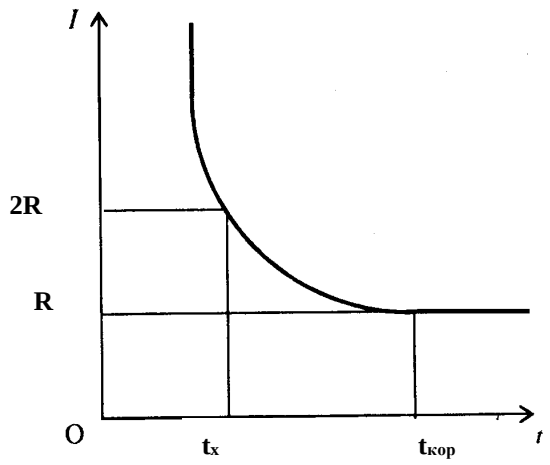
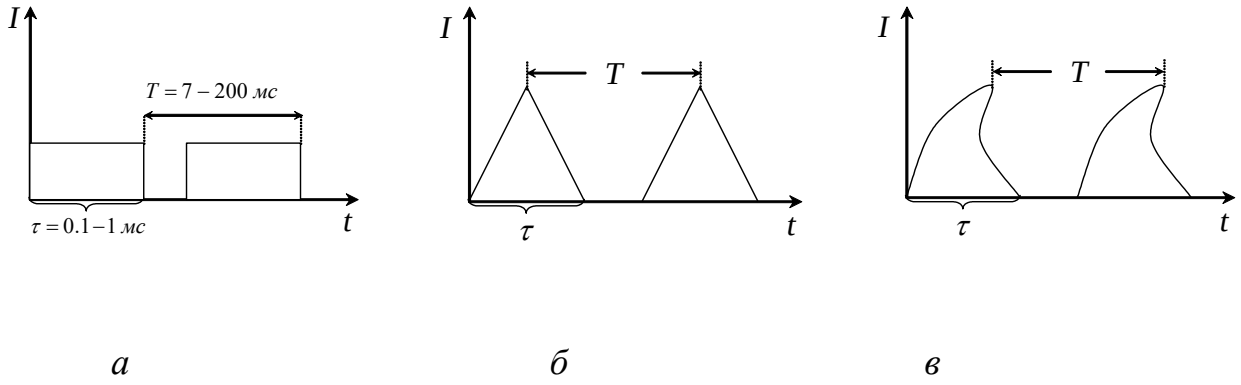


Рис. 2.5. Залежність порогового (мінімального) значення сили струму, який викликає подразнення, від тривалості його дії

Найменший струм, що здатний викликати збудження, називають реобазою (на рис. 2.5 позначено *R*), відповідний час збудження – корисним часом $t_{кор}$. В біології та медицині часто використовують термін хронаксія t_x, яким позначають час, впродовж якого повинен діяти струм силою в дві реобази, щоб викликати збудження. Для

кожного типу клітин існують свої значення реобази та хронаксії, вимірювання цих характеристик здійснюють з діагностичною метою.

На медичному факультеті звертаємо увагу на те, що подразнювальна дія слабких струмів низької частоти ($\nu < 20$ кГц) використовується з лікувальною метою для відновлення провідності нервових волокон, скорочувальної здатності м'язів (електростимуляція, кардіостимуляція), відновлення кісткової тканини при переломах тощо. Важливе значення в цих випадках має не лише частота та амплітуда імпульсів, а також їх форма, конфігурація переднього та заднього фронту. Імпульси прямокутної форми (рис. 2.6, а) використовуються, наприклад, при лікуванні електросном, для кардіостимуляції; при електрогімнастиці використовують імпульси трикутної та експоненціальної форми (рис. 2.6, б, в).



а *б* *в*

Рис. 2.6. Форми імпульсів електричного струму, які використовуються при електростимуляції

На стоматологічному факультеті при вивченні закону Дюбуа–Реймона доцільно акцентувати увагу на його використання для розробки безболісних методик лікування зубів. Широко в стоматології використовується і діагностичний метод, що базується на цьому законі. За допомогою мікроамперметра на апараті ОД-1 точно визначається порогове значення сили струму, яке викликає реакцію нервів зуба. Здорові зуби реагують на струми від 2 до 6 мкА. При альвеолярній піореї збудливість підвищується і реакція спостерігається при струмах менших за 2 мкА. Зменшення збудливості рецепторів зуба до 60 мкА свідчить про загибель коронкової пульпи [276, с.68-69].

Важливим аспектом фундаментальної підготовки фахівців є озброєння методологією наукового пізнання, яка формується при вивченні фундаментальних загальноприродничих дисциплін і визначальною мірою при вивченні фізичних методів пізнання. Фізичні методи пізнання плідно синтезують експериментальні і теоретичні методи вивчення біологічних об'єктів, явищ та процесів, що відбуваються у живих організмах. У фізиці широко використовуються методи порівнянь, класифікацій, систематизації тощо. Ці методи навчають студентів рухатися від дослідних фактів через модельні уявлення та гіпотези до формування фізичних понять і за допомогою міркувань та висновків – до розуміння механізмів фізичних процесів, які відбуваються в організмі, розкриття причинно-наслідкових зв'язків закономірностей.

На наш погляд, для забезпечення належної бази фахово спрямованих фундаментальних знань важливо не лише їх надати, а й навчити діяти на їх основі. На перший план виходить набуття навичок, оволодіння певними фізичними методами та способами дій і умінням застосовувати ці знання при розв'язанні проблем фахового спрямування. Це завдання вдавалося ефективно реалізувати, використовуючи так званий „компетентісний (діяльнісний) підхід", який був започаткований понад 100 років тому Джоном Бьюі і набув особливої популярності як „метод проектів". Такий підхід базується на тезі: „Знання неможливо надати, ними студент може оволодіти, самостійно виконуючи певні види діяльності". При цьому ми використовували принцип генералізації, намагаючись концентрувати в малому обсязі знань максимальну кількість пізнавальної інформації.

Таким чином, модель навчання фізики фахівця у медичній галузі може бути подана у вигляді: фундаментальні знання з фізики – предметна діяльність суб'єкта – прикладні аспекти фізики.

Конструювання змістового наповнення навчальної дисципліни передбачає: поетапність, поділ навчального матеріалу на частини (у сучасній дидактиці спостерігається намагання виділяти крупні частини в матеріалі [335, с.32]); обмеження (кожна виділена частина має бути відносно завершеною як у змістовому, так і у логічному аспекті); наростання складності (принцип, що базується на

положенні про єдність навчання та розвитку); зв'язок (нового зі старим, старого з новим); координацію (встановлення зв'язків між навчальними предметами та професійною діяльністю); акцентування (виділення найважливішого у навчальному матеріалі); дидактичну цілісність (диференціація залежно від дидактичної цілі, методів діяльності, засобів навчання тощо).

В навчальному матеріалі, керуючись підходом Г.М. Ільїна, ми прагнули виокремити зв’язки: необхідні (строго логічні), детерміновані (функціональні, що виражають певний закон); правилоутворювальні (що відповідають умовним положенням); випадкові. Встановлення таких зв’язків між різними частинами навчального матеріалу допомагало визначити його структуру. У навчальному матеріалі можна виокремити такі види структури: 1) формальна (логічна); 2) змістова (семантична); 3) синтаксична. Психологи стверджують, чим вища структурованість матеріалу, тобто, чим більше в ньому логічних, семантичних і синтаксичних зв'язків, тим легше засвоюється матеріал. В сучасній дидактиці розрізняють також: зв'язки за призначенням, зв'язки взаємодії, генетичні зв'язки (один об'єкт викликає до життя інший), зв'язки перетворень (перехід об'єкту з одного стану в інший), функціональні зв'язки (забезпечення життєдіяльності та роботи об'єкта), зв'язки розвитку (викликають суттєві зміни в побудові та формах життя об'єкта), управлінські зв'язки (різновиди функціональних зв'язків чи зв'язків розвитку) [145]. Еквівалентність міжпредметних і міжнаукових зв'язків має встановлюватися при внесенні дидактичних коректив, оскільки навчальний план не повторює структуру сучасної науки; цілі та завдання навчального процесу відрізняються від цілей і завдань наукового дослідження (студенти пізнають уже відоме в науці); у навчальному процесі повинен враховуватися чинник часу [43].

На основі проведеного аналізу, розуміючи всю складність та значущість проблеми, сформулюємо основні критерії добору наукової інформації та формування змісту інтегрованої навчальної дисципліни "Медична та біологічна фізика" :

– необхідність проведення наскрізних ідей, які є фундаментальними у фізиці, пояснюють наукову логіку курсу;

- зміст навчального матеріалу повинен відображати внутрішні зв’язки між різними розділами навчальної дисципліни, а також зв’язки з іншими природничими та фаховими дисциплінами (міжпредметні);
- зміст та глибина навчального матеріалу мають відповідати рівню теоретичної підготовки та реальним можливостям студентів;
- не слід ускладнювати навчальний матеріал новими фактами та ідеями, якщо вони не є фундаментальними;
- при викладі матеріалу потрібно органічно поєднувати фундаментальні та прикладні знання з фізики, спрямовуючи навчальну діяльність на оволодіння методологією застосування фізичних знань до розв'язання фахових проблем та на інтелектуальний розвиток студента;
- від студентів потрібно вимагати розуміння меж застосування фізичних законів та вміння використовувати їх при розширенні меж;
- основні фізичні ідеї та теорії повинні подаватися у такій послідовності, щоб систематизувати подальший виклад матеріалу, поглиблювати розуміння основних ідей та теорій.

2.3. Побудова логіко-дидактичної структури та модульне конструювання навчальної дисципліни “Медична і біологічна фізика”

Особливості засвоєння знань вимагають чіткого розуміння структури навчальної дисципліни. Психологічні дослідження засвідчують: доки конкретні знання, окремі факти не будуть співвіднесені із загальною структурою наукового знання, вони не можуть бути засвоєні міцно й на тривалий час. Розуміння ж структури можливе лише за умови знання найважливіших законів та принципів відповідної наукової галузі. Це означає, що навчальний матеріал, відібраний за чіткими критеріями, повинен подаватися так, щоб у свідомості студента вибудовувалися повні й чіткі уявлення про структуру науки, на якій базується дана навчальна дисципліна, про її основні закони та методи дослідження.

Першоосновою формування логіко-дидактичної структури навчальної дисципліни є визначення базової системи методологічних принципів організації її наукового знання. З цією метою здебільшого використовують методи системного аналізу конкретної наукової теорії, яка лежить в основі навчальної дисципліни. Однак “Медична та біологічна фізика” є інтегрованим курсом, який базується як мінімум на трьох фундаментальних дисциплінах – загальна фізика, біофізика, вища математика. Основу названого курсу складає також медична фізика, яку наразі частіше розглядають не як самостійну наукову галузь, а як прикладний розділ чи то загальної [365] чи біологічної [67] фізики. В науковій та науково-методичній літературі проблема побудови логіко-дидактичної структури інтегрованих навчальних дисциплін практично не висвітлена.

Власні спостереження, досвід колег, аналіз науково-методичних досліджень засвідчують, що інтегровані навчальні дисципліни доволі часто не синтезують, а розпорошують знання студентів, ускладнюючи їх перетворення у фахове надбання. Результати констатувального етапу педагогічного експерименту підтверджують, що за традиційного підходу світогляд студентів формується недостатньо, фізичне мислення часто розвивається на рівні механічного оперування фізичними категоріями та поняттями. Запобігти цим негативним явищам можна чітким, логічним та послідовним структуруванням курсу. Проблема конструювання змісту є одним із важливих чинників, що забезпечують функціонування інтегрованої навчальної дисципліни як цілісної дидактичної системи. Розробка форм подання навчального матеріалу, адекватних до умов навчання, є актуальною і невідкладною проблемою, вона є необхідним кроком до розвитку взаємодії теорії й практики навчання.

Перш, ніж окреслити структуру навчальної дисципліни, потрібно виділити вихідну міру, яку слід взяти за основу, та визначитись за якою логічною схемою та методикою здійснюватиметься конструювання програмного змісту дисципліни: методикою логічних діаграм [64], імітаційного моделювання [229], методом графів та логічних структур [23, 72] тощо. Проблема структурування навчального матеріалу сформованих на базі фізики навчальних дисциплін, що вивчаються у

медичних університетах, має свою специфіку, яка обумовлена особливостями використання фізичних знань у фаховій діяльності та інтегрованим характером цих навчальних дисциплін. Для майбутнього фахівця-фізика визначальною є фізична суть явищ та процесів, тому навчальні дисципліни структуруються відповідно до основних фізичних теорій. У медичній освіті пріоритетом є об'єкт дослідження – людина.

Оскільки курс є інтегрованою навчальною дисципліною, цілком логічно виникає питання, структуру якої з наукових галузей взяти за основу, щоб не зруйнувати цілісність знань, забезпечити їх усвідомлене застосування у фаховій діяльності? Теоретична побудова та моделі біофізики базуються на фізичних поняттях енергії, сили, типів взаємодій, термодинаміки, а також на статистичних закономірностях. Традиційно біофізику поділяють на молекулярну, біофізику клітини та біофізику складних систем. Молекулярна біофізика в медичних університетах традиційно вивчається у курсі біологічної хімії, що є цілком природним. За вдалим висловлюванням відомого біофізика Г. М. Франка: „Якщо графічно зображати взаємовідносини біофізики та біохімії, не можна ні в якому випадку проводити лінію поділу між ними. Це будуть здебільшого широкі смуги „розподілу компетентності" з максимумами, зсунутими один відносно одного" [338]. Схожими стосунками біологічна та медична фізика пов'язані з іншими дисциплінами: фізіологією, мікробіологією, фармакологією, радіологією тощо. Ця обставина має враховуватися не лише при узгодженні термінології, встановленні та реалізації міжпредметних зв'язків, а й при структуруванні навчального курсу.

Беручи за основу структуру біофізики, логічною є така схема структурування навчального матеріалу: клітина → орган → система органів. У Московській медичній академії ім. І. М. Сєченова, де дотримуються більш деталізованої схеми: клітина → тканина → орган → система органів → організм [9].

Такий підхід відповідає концепції екземплярності, яка розробляється понад півсторіччя в США і передбачає детальне вивчення окремих "екземплярів". "Аналітичний розгляд окремих сторін дійсності забезпечується предметною структурою навчального плану, розчленуванням предмету на теми, які

відповідають структурним підрозділам об'єкта" [365, с.185]. Однак практична реалізація такого підходу породжує низку проблем. Вивчення практично будь-якого розділу біологічної фізики неможливе без знань курсу загальної фізики – знань шкільного курсу фізики недостатньо навіть за умови поглибленого профільного вивчення. Недостатньо для вивчення даного курсу і знань з шкільного курсу математики. Хоча програма середньої школи передбачає вивчення основ інтегрального та диференціального числення, а також елементів математичної статистики та теорії ймовірностей, однак, у середній школі не вивчаються поняття диференціала, частинні похідні та частинні диференціали, невизначений інтеграл, диференціальні рівняння, закони розподілу випадкових величин. Ці знання можуть надаватися в міру необхідності перед кожним розділом чи паралельно. Таким чином невід'ємною складовою навчальної дисципліни має бути вища математика, а також розділи загальної фізики: механіка, молекулярна фізика, електродинаміка, оптика, атомна фізика та квантова механіка.

Належна теоретична підготовка із загальної фізики та вищої математики, яку передбачає систематичний виклад навчального матеріалу може бути забезпечена завдяки принципу двоступеневої побудови курсу фізики: перший етап – загальна фізика та вища математика, другий – медична та біологічна фізика. Можливий і такий варіант: перший етап – вища математика, загальна фізика, медична фізика; другий – біологічна фізика. Аналогічна до першого варіанта схема реалізується в освіті США: передумовою отримання медичної освіти є бакалаврат за природничою спеціальністю класичного університету, де студенти і оволодівають знаннями з вищої математики та загальної фізики; в медичному університеті надаються фахово орієнтовані знання, що належать до галузі біологічної та медичної фізики. Невелика кількість годин – їх традиційно менше двохсот (лише у 1976 році фізика вивчалася протягом чотирьох семестрів в обсязі 216 годин) – практично унеможливлює реалізацію таких підходів у системі вітчизняної медичної освіти.

За умови невеликої кількості годин, що відведена на вивчення курсу медичної та біологічної фізики, ефективним видається домінування дедуктивних логічних

схем побудови навчального матеріалу: від загального уявлення про певну цілісність – до пізнання структури складових, конкретизації та аналізу їх сутності, вивчення способів та результатів їхнього функціонування і далі до проектування та організації практичної діяльності.

На нашу думку, курс має бути структурованим на основі такого ключового поняття як *живий організм* – його характеристики, фізичні методи їх дослідження, дослідження впливу фізичних чинників на організм, аналіз можливостей використання фізичних методів з діагностичною та лікувальною метою (рис. 2.7).

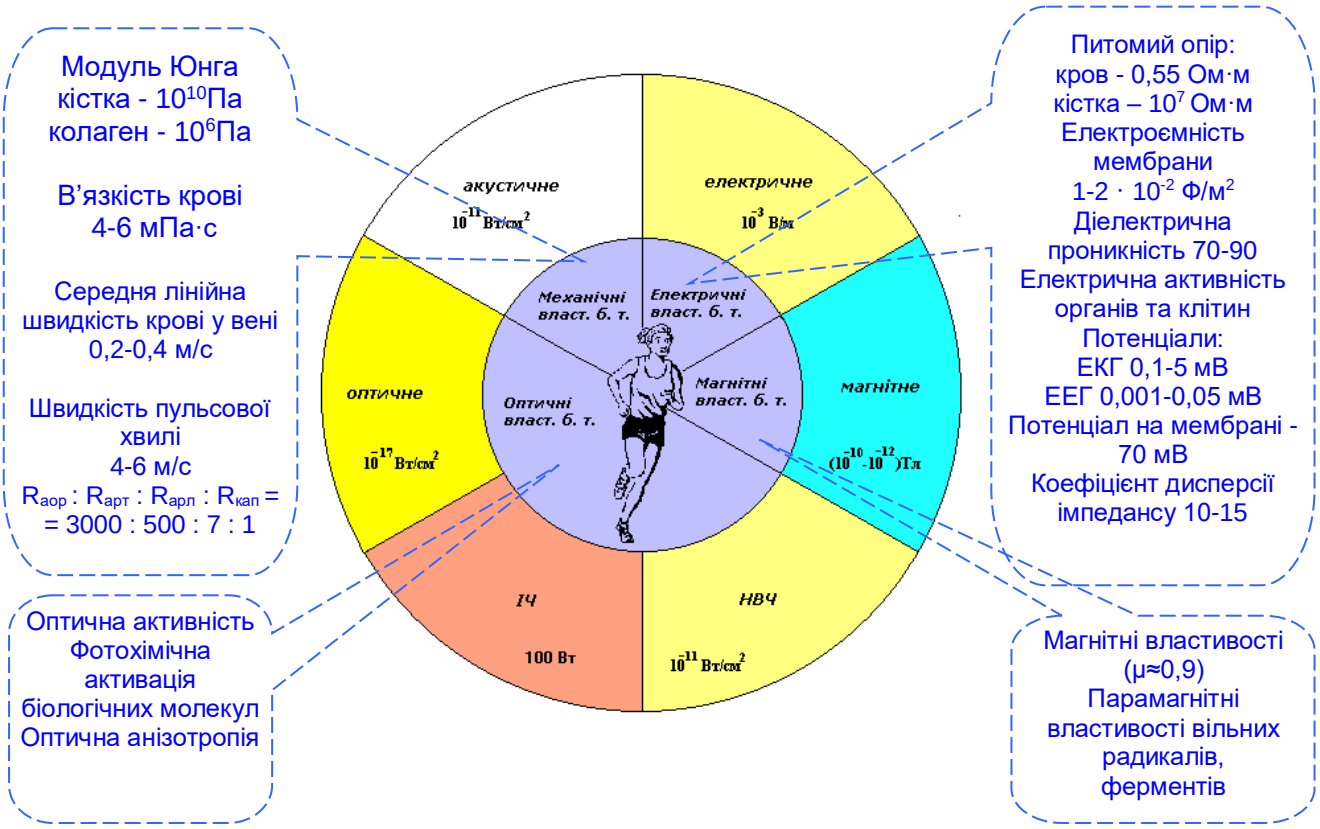


Рис. 2.7. Живий організм як об'єкт фізичного дослідження

Живий організм є високоорганізованою системою зі складною ієрархією його складових. Органи та тканини в нормальному стані характеризуються певними властивостями: механічними, електромагнітними, оптичними – ці властивості вивчаються у відповідних розділах курсу "Медична та біологічна фізика". Окрім цього, на основі дослідження даних властивостей розглядаються фізичні принципи функціональної діагностики, вплив зовнішніх факторів та можливість їх

використання з лікувальною метою. Процеси, які відбуваються у живому організмі, є причиною виникнення фізичних полів: акустичних, електромагнітних, оптичних.

На вступному занятті з метою розкриття структури навчальної дисципліни доцільно розглянути живий організм як об'єкт фізичних досліджень: фізичні методи дослідження біологічних систем, фізичні процеси в живому організмі, фізичні властивості біологічних тканин, фізичні поля та випромінювання людини, можливості реєстрації цих полів, фізичні методи діагностики захворювань, дія фізичних чинників на організм, а також можливості застосування такої дії в клінічній практиці з лікувальною метою (рис. 2.8.).

Окремої уваги заслуговує медична апаратура та медична техніка, дослідження фізичних властивостей матеріалів, що використовуються в медицині та можливості конструювання матеріалів із заданими параметрами, а також фізичні властивості та характеристики довкілля.

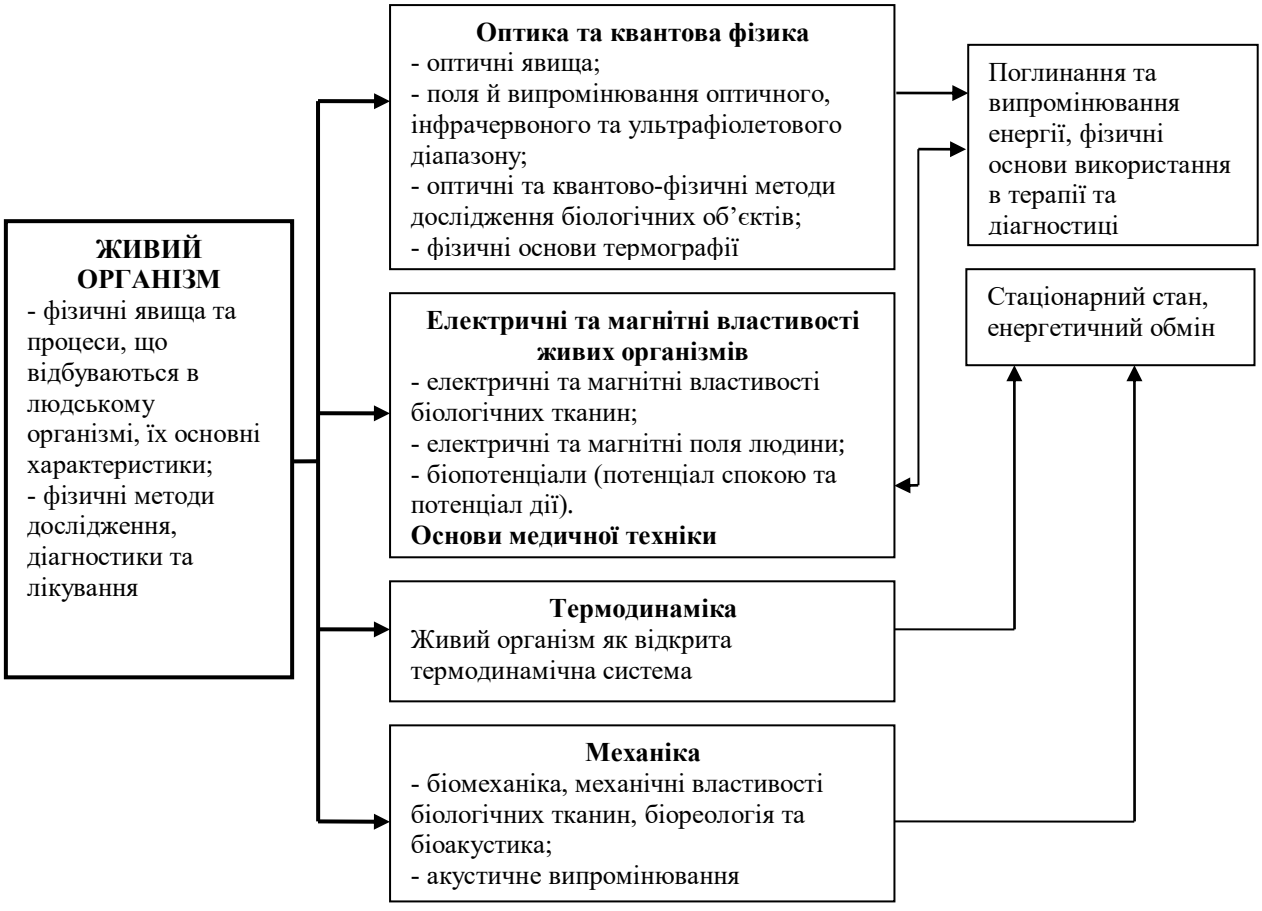


Рис. 2.8. Структурна схема вивчення фізичних властивостей біологічних об'єктів

Структурована таким чином узагальнена інформація про фізичні властивості біологічних об'єктів, фізичні явища в живих організмах, їх поля та випромінювання може слугувати відправною точкою у системі конструювання навчальної дисципліни ”Медична та біологічна фізика” (аналогічно може бути структурований зміст навчального матеріалу інших фундаментальних загальноприродничих дисциплін). Такий підхід дає змогу уже на першому занятті розкрити загальну структуру навчальної дисципліни, обґрунтувати, виділити, осмислити деякий каркас фундаментальних знань. Цей каркас поступово та логічно обростатиме новою інформацією, фіксуватиме її та закріплюватиме внутрішньо- та міжпредметними зв'язками

Сам факт дотримання традиційної для класичного курсу загальної фізики структури – механіка, молекулярна фізика та термодинаміка, електродинаміка, оптика, квантова фізика є досить важливим – оскільки фізика втілює основні риси „ідеальної” наукової дисципліни – за ступенем логічності структури, строгості, концептуально-змістовим аспектом, методологічними основами побудови теоретичного знання. ”Методи фізики, що виросли з високого теоретичного рівня її уявлень, як і методологія формування фізичного знання, мають велику універсальність: їх застосування в інших галузях природознавства дає позитивний ефект як в теоретичному, так і в практичному планах” [113]. Тому фізика є фундаментом при засвоєнні будь-якої природничо-наукової інформації, забезпечуючи об’єктивне розуміння реального світу на фундаментальному рівні, створюючи тим самим основу інформаційної мобільності.

Дидактична концепція побудови сучасних навчальних курсів загальної фізики структурована відносно таких основних розділів.

1. Класичної механіки, яка включає механіку матеріальної точки та системи матеріальних точок, статику твердого тіла, механіку обертального руху, механічні коливання та хвилі.
2. Статистичної фізики та термодинаміки, що вивчають закономірності теплового руху, статистичні розподіли, які дають можливість знаходити ймовірність значень параметрів, що характеризують стан системи.

3. Електродинаміки, яка єдиною системою рівнянь Максвелла охоплює електростатику, стаціонарні магнітне та електричне поля, електромагнітне поле та світлові явища.
4. Квантової фізики, що розглядає будову атома, випромінювання та поглинання енергії атомом, теплове випромінювання.
5. Фізики атомного ядра та теорії елементарних частинок.

Аналогічний підхід, на наш погляд, виправданий при конструюванні курсу "Медична та біологічна фізика" із врахуванням цілком природних відмінностей цієї навчальної дисципліни. Така побудова дає можливість забезпечити цілісність курсу, його чітку та логічну структуру і, як наслідок, сприяє отриманню цілісної системи знань та формування цілісної наукової картини світу. Однак просте механічне перенесення структури курсу загальної фізики на курс "Медична та біологічна фізика" є недоцільним і неправильним, особливо у контексті досягнень медичної та біологічної фізики та трансформацій, яких зазнали відповідні навчальні дисципліни впродовж останніх десятиліть, набувши чіткої фахової зорієнтованості.

Відмінності у структурі навчальної дисципліни та відповідної наукової галузі зумовлені, насамперед, завданнями, які вони покликані виконувати: головне завдання наукової галузі – продукування нових знань, характер та структура навчальної дисципліни великою мірою визначається дидактичною системою, яка забезпечує ефективність її вивчення. Тому навчальна дисципліна має свою відмінну структуру і не є сукупністю законів, понять та методів відповідних (однієї чи декількох) наукових галузей. Схематично формування дидактичної моделі навчального матеріалу показано на рис. 2.9.

На сучасному етапі розвитку теорії навчання спостерігається прагнення дослідників виділити структурну складову процесу навчання. Така тенденція є необхідним кроком до розвитку взаємодії теорії й практики навчання, тому принциповим є виділення дидактичної одиниці процесу навчання. Дослідження в цьому напрямку важко переоцінити, оскільки структурована організація навчального процесу може якісно змінити всю систему навчання й виховання, вивести її на якісно новий (технологічний) рівень.

Про важливість і розмаїтість досліджень у цій галузі свідчать наукові доробки вчених-педагогів. Так, В. І. Загвязінський за генетичну одиницю навчання пропонує взяти навчально-пізнавальне завдання, яке сприймає чи самостійно контролює учень і яке безпосередньо спонукає його до активної навчальної діяльності [137]. На думку М. М. Ржецького [267], "клітина" – це функціональний цикл, утворений діями, котрі необхідні для досягнення потрібного результату й удосконалення на його основі мети навчання. П. Уїнстоном та М. Мінським [342, 227] розроблена теорія фреймів, яка переважно застосовується в галузі штучного інтелекту та методах формалізації знань. Під фреймом розуміють спеціальну форму подання інформації, яка відображає структуру наукового знання і причинно-наслідкові закономірності його розвитку. Фрейм містить у собі мінімальну кількість основної інформації про даний об’єкт, дослідження чи явище і має таку властивість, що знищення будь-якої його частини призводить до втрати суттєвої інформації. Основні положення теорії фреймів можуть бути застосовані і застосовувалися нами з метою структуризації змісту навчальних дисциплін.



Рис. 2.9. Формування дидактичної моделі навчального матеріалу

Таким чином, дидактична одиниця (або ж "дидактичний цикл", "одиниця процесу навчання", "клітинка", "ланка", "фрейм") виконує роль абстрактної моделі процесу навчання. Вона наповнюється конкретним змістом, коли мова йде про певний навчальний предмет, завдання тощо. Практичної значущості в навчальному процесі ці теоретичні надбання набули втілившись у модульній, а згодом і модульно-рейтинговій технології навчання. Структурування навчального матеріалу за модулями сприяє удосконаленню методів та форм навчання, методів оцінювання результатів навчання. Ця технологія має низку безсумнівних переваг. Але недостатня кількість теоретичних розробок у цій галузі, попри масову практику, доволі часто стає причиною значних труднощів і призводить до помилок. Серед помилок дидактичного характеру В. І. Бондар [38] виокремлює трактування окремими авторами модульного навчання не як різновиду чи модифікації класно-урочних засад навчання (хоча це твердження є дещо сперечливим), а як самостійної системи здатної витіснити класно-урочну в школі та потоково-групову у вищих навчальних закладах, а також ототожнювання навчального модуля з модульним типом навчання. Викликає занепокоєння і той факт, що впровадження модульно-кредитної системи здійснюється без належного врахування національних особливостей системи освіти та ґрунтовного аналізу реалій, у яких формується освітнє середовище.

Теоретичні розробки педагогів засвідчують [38, 40], що за модульним принципом доцільно структурувати такі навчальні дисципліни, контекст яких піддається поділові на підсистеми з внутрішньою та зовнішньою структурою. За такого підходу засвоєння одного модуля стане передумовою якісного опанування іншого, що у підсумку забезпечить формування цілісної системи знань. Ще однією умовою реалізації модульного принципу організації змісту навчальної дисципліни є наявність наскрізних генеральних світоглядних ідей, на розкриття й засвоєння яких спрямований кожний модуль. У фізиці такими ідеями є категорія матерії, форми її існування, закони збереження, деякі інші фізичні закони, поняття, принципи.

За модульного навчання зміст навчального матеріалу, без порушення його логіки стискається до потрібних часових інтервалів, надалі конструюється в окремі блоки-модулі, блоки-рисунки та подається за допомогою специфічних і традиційних методів і форм навчання [372]. Модульний підхід трактується як специфічний, методологічний напрям сучасної науки [392].

Модуль, як міра (за дослівним перекладом), розглядається як функціональний вузол, що висвітлений у змісті, організаційних формах, методах, призначення яких – досягнення конкретних педагогічних цілей. Ці тлумачення виникли з первинного означення, за яким модуль – це "уніфікований вузол, що складається з взаємозамінних частин і призначений для самостійної дії у приладі чи апараті", а "блок" вузол машини; сукупність вузлів, об'єднана за певними ознаками" [Словник іншомовних слів. – К.,1985. – с.553]. Модульний поділ будується на основі системного аналізу понятєвого апарату дисципліни, сторогих критеріях добору та структурування змісту освіти, що дає можливість виділити групи фундаментальних понять, логічно та компактно структурувати навчальний матеріал, уникаючи повторів усередині курсу та в суміжних дисциплінах.

В основу модульного конструювання курсу "Медична та біологічна фізика" як інтегрованої природничо-наукової навчальної дисципліни покладені такі принципи:

- проектування структури здійснюється зверху вниз, від загального до окремого так, щоб адекватно розкрити призначення кожного модуля навчальної інформації;
- модуль є морфологічним: він складається з пов'язаних між собою у певному співвідношенні теоретичних, емпіричних та практичних компонентів змісту;
- компоненти та елементи є взаємозв'язаними і в сукупності здатні забезпечити функціональність модуля – здатність взаємодіяти з іншими структурними одиницями, мати своє призначення, виконувати притаманну йому самостійну функцію;
- відносна самостійність забезпечується внутрішньою цілісністю понятєвих елементів та фундаментальністю навчальної інформації у модулі;

– зміст модуля має свою історію виникнення, становлення, розвитку та перспективи, тобто модуль є генетичним.

Модульна організація змісту навчальної дисципліни вимагає серйозної, аналітико-логічної роботи над змістовим наповненням дисципліни, структуруванням її як системи, а не конгломерату наукової інформації. При відборі матеріалу змістового модуля враховується насамперед його важливість для інтелектуального розвитку, методологічне значення для фахової підготовки та світоглядне значення. У курсі, який вивчається в медичних університетах, традиційно основна увага приділяється розділам "Електродинаміка і електронна медична апаратура", "Оптика", "Квантова фізика". Значна частина питань молекулярної фізики та термодинаміки детально вивчається в курсі фізичної хімії і тому практично не розглядається при вивченні біологічної фізики. Розділ "Механіка" розглядається досить коротко – основна увага приділяється розгляду механічних коливань та хвиль, руху рідин, оскільки ці знання є основою біоакустики та гемодинаміки.

Запропонований підхід до структурування інтегрованих природничо-наукових курсів повною мірою задовольняє принцип науковості, який є визначальним при конструюванні змісту навчальної дисципліни. До змісту навчальної дисципліни цілком логічно входять основи теорій, на яких базується сучасна картина світу, що сприяє створенню уявлень про процес пізнання, динаміку його розвитку, історичність знань, а також дає можливість проаналізувати традиційну й багатоаспектну проблему співвідношення точних наук та живої природи. Проведений аналіз вказує на принципи побудови самих змістових модулів, кожен із яких повинен містити інваріантне фундаментальне ядро категоріально-понятійної структури предмету, варіативну оболонку, що містить фахово значиму інформацію, структуровану відповідно до цілепокладання, та операційний блок, зорієнтований на формування конкретних функцій практичної діяльності студента.

Таким чином, модуль – це завершений блок інформації, в який входять чітко окреслені цілі навчання, змістове наповнення та методичні засоби досягнення поставлених цілей. Мета розробки модулів – виокремлення у змісті складових

відповідно до професійних та дидактичних завдань, встановлення для них доцільних видів і форм навчання. Модульна технологія навчання передбачає наявність трьох основних компонентів – цільового, змістово-організаційного та контрольно-оцінювального, які схематично подані на рис. 2.10.

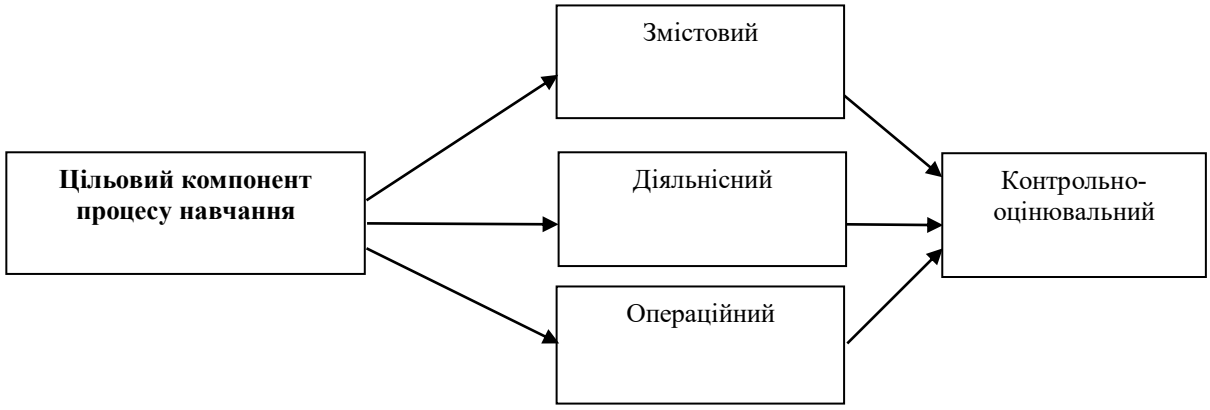


Рис.2.10. Основні компоненти модульної технології навчання

На наш погляд, в змісті досліджуваної навчальної дисципліни виокремлюється шість структурних одиниць. Три з них базуються на відповідних розділах фізики, а саме: електродинаміка, оптика, квантова та ядерна фізика. Крім цього, на базі механіки, молекулярної фізики та термодинаміки створюється модуль "Біореологія, біоакустика та гемодинаміка". Двома іншими змістовими модулями є "Елементи вищої математики та математичне моделювання" та "Біофізика мембран". При такому підході кожний змістовий модуль є відносно самостійним фрагментом предметної сфери навчальної дисципліни.

Якою ж має бути структура самого модуля? Перш за все потрібно враховувати процес засвоєння знань, який можна охарактеризувати логічним рядом: сприйняття → розуміння → осмислення → закріплення → застосування. Структура конкретного модуля та структура окремого навчального заняття є подібними незалежно від організаційної форми.

Формування дидактичного модуля починається з визначення цільового комплексу. Відомо, що вдало поставлена перед студентами навчальна мета стимулює мотивацію до навчання. Дуже важливо так сформулювати цілі, щоб студент міг усвідомити перспективи подальшої діяльності та проявити зацікавленість у пізнанні і засвоєнні якогось конкретного матеріалу. Такий підхід

вимагає трансформації цілей навчання у освітні цілі. Відмінності цілей освітніх та цілей навчання є відчутними навіть у формі їх подання. Загальні дидактичні цілі навчання спрямовані на формування знань та умінь і формулюються у поняттях “знати – вміти”. Цілі освіти формулюються та подаються так, щоб чинити пряму дію на формування мотивів навчання і мають бути настільки конкретними, щоб могли виступати критерієм результативності навчання. Постановка цілі – це погляд у майбутнє, концентрація активності на тому, чого хочемо досягнути. Ціль визначає кінцевий результат того, що ми робимо і є новою для розробки критеріїв оцінювання затрачених зусиль. Методи роботи втрачають свою цінність, якщо немає чіткої визначеності того, що повинно бути досягнуто. Про цілі в освіті В.П. Зінченко говорить так: "Безособистісне, директивне і догматичне цілетворення обумовило появу в педагогіці феномену нігілізму цілі: педагоги ігнорують ціль як необхідний та значущий компонент їхньої власної діяльності і не бачать ні практичного, ні особистісного змісту в цілетворенні" [142, с.15].

Важливим елементом педагогічної майстерності є конкретизація та узгодження навчально-виховних цілей для кожного студента на кожному етапі освітнього процесу. Досвідчений педагог чітко усвідомлює, які знання насамперед він повинен подати учням, які нові поняття розкрити; що з вивченого раніше потрібно повторити, які цілі є реальними для даного студента у визначений період часу. Від конкретності та точності визначення цих задач залежить ефективність навчальної роботи. У групах з неоднорідним складом ефективна постановка цілей, що мають диференційований характер. Важливо, щоб кожен студент міг відчути успіх при досягненні поставленої мети. Здійснення гуманізації навчання потребує такої важливої вимоги до цілі навчання як диференційованість.

Зміст навчального матеріалу характеризується певною системою внутрішніх зв'язків між поняттями, що входять у даний відрізок матеріалу, тобто локальною структурою навчального матеріалу (А. М. Сохор). Розуміння логічної структури відрізку навчального матеріалу як системи внутрішніх зв'язків між поняттями і судженнями є природним. Саме поняття "відрізок навчального матеріалу є містким,

що принципово забезпечує розгляд логічної структури цілих розділів того чи іншого предмета ... цілих предметів, галузей знань" [299, с. 23]. Особливу дидактичну значущість має те, що одна і та сама думка може мати різні структури в різних логічних системах (А. І. Уємов). Одним із інваріантів навчального матеріалу є його об'єктивний зміст, те спільне, що виявляє, порівнюючи два синонімічні за змістом повідомлення, спеціаліст, або у всякому разі людина, яка розуміє значення матеріалу. Під час перекодування інформації відбувається виділення інваріанта – того об'єктивного значення, що залишається незмінним [299, с. 68]. Особливості процесу сприйняття матеріалу студентами деформують дидактичну структуру навчального предмета, проте структура необхідних зв'язків залишається інваріантною. У відрізках навчального матеріалу (і тим більше у цілих навчальних предметах) набувають значення і кількість понять, і обсяг номенклатури. Тому доцільно обмежитись необхідним мінімумом понять, з одного боку, і забезпечити їх повторюваність – з іншого; різні поняття вступають у різноманітні зв'язки (відношення) з іншими [299, с. 84]. За такого підходу під одиницею навчального матеріалу розуміють таку його частину, зміст якої достатній для того, щоб внести ряд завдань або вправ для закріплення і засвоєння відповідної інформації.

Як показали проведені дослідження, при структуруванні змісту інтегрованої навчальної дисципліни " Медична та біологічна фізика" доцільною є побудова схеми модулів, які містять три блоки. У першому з блоків зосереджені фундаментальні знання, структуровані відповідно до цілепокладання; тобто, він являє собою базове фізичне ядро, яке містить головні логічні елементи фізичних теорій та їх основні результати.

Другий блок є професійно зорієнтованим; він містить найважливіші застосування наукових теорій у медицині, біології, фізіології. Тобто, тут аналізуються фундаментальні фізичні теорії з огляду на специфіку їх прояву у живих організмах, можливості дослідження цих проявів, способи отримання інформації, яку можна використовувати у практичній медицині. Також у рамках даного змістового модуля, аналізується вплив зовнішніх фізичних факторів на живі організми, можливості використання такого впливу як з лікувальною, так і

діагностичною метою. Третім у модулі є операційний (процесуальний) блок, орієнтований на формування конкретних функцій практичної діяльності студентів (рис. 2.11).

Таким чином, у змістовий блок входять предметні знання фундаментальних законів та закономірностей фізики – вони складають інваріантну частину (ядро) і фахово зорієнтовані знання, які складають варіативну оболонку.



Рис. 2.11. Структурна схема змістового модуля

При підборі навчальних задач першочергове значення мають ті, що вимагають використання знань з якомога більшої кількості розділів; таким чином здійснюється внутрішньодисциплінарна інтеграція, яка сприяє систематизації знань та формуванню уявлень про єдину структуру навчальної дисципліни. Оскільки цілі навчання передбачають не тільки формування знань, а й певних видів практичної діяльності, у зміст освіти входить також процесуальний компонент, який складає третій блок.

Розглянемо модульне конструювання інтегрованої навчальної дисципліни на конкретному прикладі – конструювання відрізка навчального матеріалу (під-модуля) "Основи гемодинаміки", який є частиною змістового модуля "Біореологія та гемодинаміка" (рис. 2.12.).

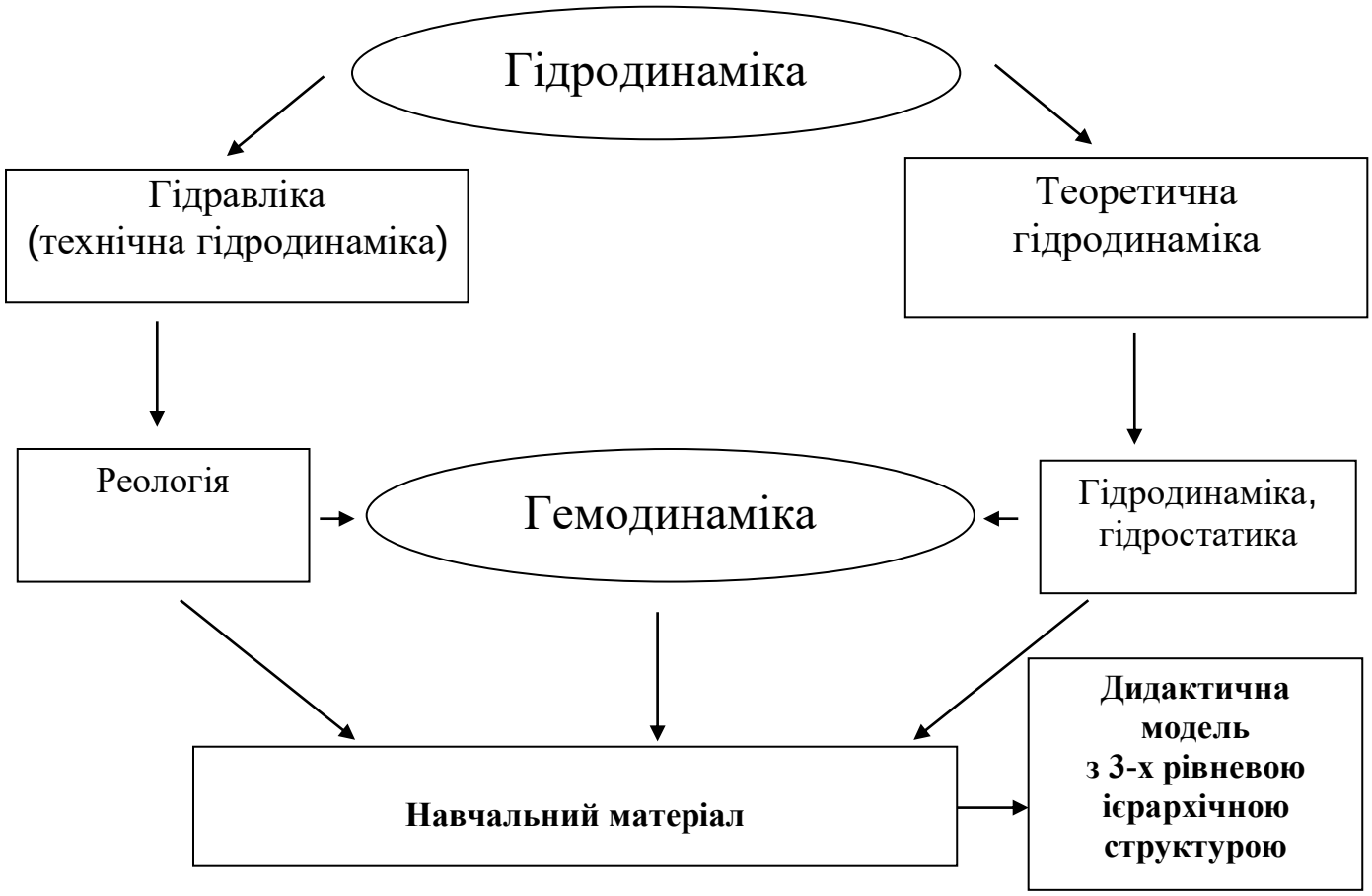


Рис. 2. 12. Схема формування гемодинаміки як наукового розділу медичної та біологічної фізики

Сучасний рівень медицини потребує від лікарів різного профілю (лікарів УЗД, функціональної діагностики, нейрохірургів, судинних хірургів) ґрунтовних знань фізичних основ гемодинаміки та можливостей неінвазивного дослідження судинного русла. У клінічній практиці дослідження судинної системи проводять здебільшого з метою вивчення реологічних властивостей судин (модуля Юнга, жорсткості, еластичності тощо), оцінювання структури судин, вивчення функціональної активності серця, дослідження перфузії в органах та тканинах, аналізі тиску в судинній системі. Фізичною основою гемодинаміки є гідродинаміка.

При вивченні цього модуля спираємося на знання, отримані з шкільного курсу фізики (поняття тиску, гідростатичного тиску, закон Паскаля, залежність тиску в рідині від швидкості її течії) та біології (будова кровоносної системи, насосна

функція серця тощо). Ці знання доцільно актуалізувати при зрізному тестуванні, яке ми рекомендуємо проводити перед вивченням кожного з модулів.

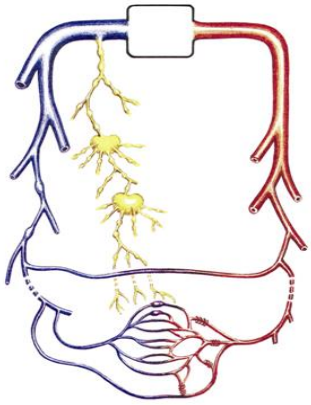


Рис. 2.13. Схема кровоносної системи. (Найбільшу сумарну площу поперечного перерізу має капілярне русло)

Інваріантне ядро фундаментальних фізичних знань в рамках цього відрізка навчального матеріалу складають такі основні відомості та закони: поняття про лінії та трубки течії, ідеальну та реальну рідини, лінійну та об'ємну швидкість, рівняння безперервності течії, формула Ньютона для сили тертя при русі реальної рідини, в’язкість (для студентів-медиків важливо дати не лише поняття в’язкості, а й відносної та кінематичної в'язкості), поняття про ламінарну та турбулентну течії, число Рейнольдса. Особливу увагу звертаємо на рух рідини по трубках круглого перерізу, оскільки кровоносна система складається саме з таких елементів. Тому з доведенням даємо формулу Пуазейля:

$$\vartheta = \frac{p_1 - p_2}{4\eta l}(R^2 - r^2)$$

і аналізуємо, яким є розподіл швидкостей реальної рідини по перерізу трубки. Студенти переконуються, що при віддалені від осі труби швидкість зменшується за параболічним законом.

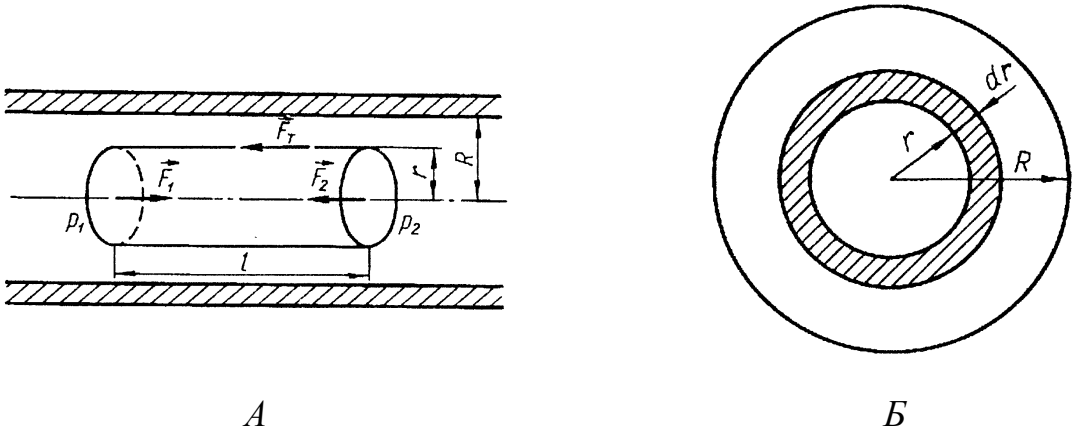
Щоб визначити об’єм рідини, який протікає через поперечний переріз трубки за час t, уявно розділяємо переріз трубки на концентричні кільця шириною dr (рис. 2.14). Площа такого кільця $dS=2\pi rdr$. А об'єм рідини, що протікає через таке кільце за час t:

$$dV = Qt = \vartheta t dS = 2\pi \vartheta t r d,$$

де Q – об'ємна швидкість течії. Враховуючи, що ϑ визначається за формулою Пуазейля, та зінтегрувавши отриманий вираз, отримаємо формулу Гагена-Пуазейля:

$$V = \frac{p_1 - p_2}{2\eta l} \pi \cdot t \int_0^R r(R^2 - r^2) dr = \frac{\pi R^4 (p_1 - p_2)}{8\eta l} t,$$

де $\frac{8\eta l}{\pi R^4}$ – гідравлічний опір. Важливим є знання обмежень при застосуванні – отримана формула справедлива лише для ламінарних потоків реальної ньютонівської рідини.



А *Б*

Рис. 2.14. До доведення формули Пуазейля

За формулою Пуазейля об'ємна Q швидкість течії прямо пропорційна до R^4 (різниця тисків обернено пропорційна до R^4 за умови, що Q = const), тобто навіть незначні зміни радіуса судини викликають істотні зміни у кровопостачанні органів та зміни кров'яного тиску. Саме тому природні механізми нервової та гуморальної регуляції кров'яного тиску, а також дія лікарських препаратів, які нормалізують тиск, спрямовані саме на зміни просвіту судин.

Принциповою є відмінність між складовими систем, що розглядає гідро- та гемодинаміка. Як видно з рис 2.13 аорта розгалужується на артерії, артерії на артеріоли, артеріоли на капіляри. При кожному розгалуженні зменшується діаметр окремих судин, але збільшується сумарна площа поперечного перерізу судин відповідного типу. Сумарна площа просвіту капілярів в 500-600 разів більша, ніж у аорти. Тому, відповідно до рівняння нерозривності струменя,

швидкість крові в аорті приблизно в 500-600 разів більша, ніж у капілярах. Капіляри об'єднуються у вени, сумарна площа поперечного перерізу яких зменшується, що зумовлює збільшення швидкості в цій ділянці кровоносної системи. Розподіл лінійної швидкості течії крові в різних частинах кровоносної системи схематично показано на рис. 2.15.

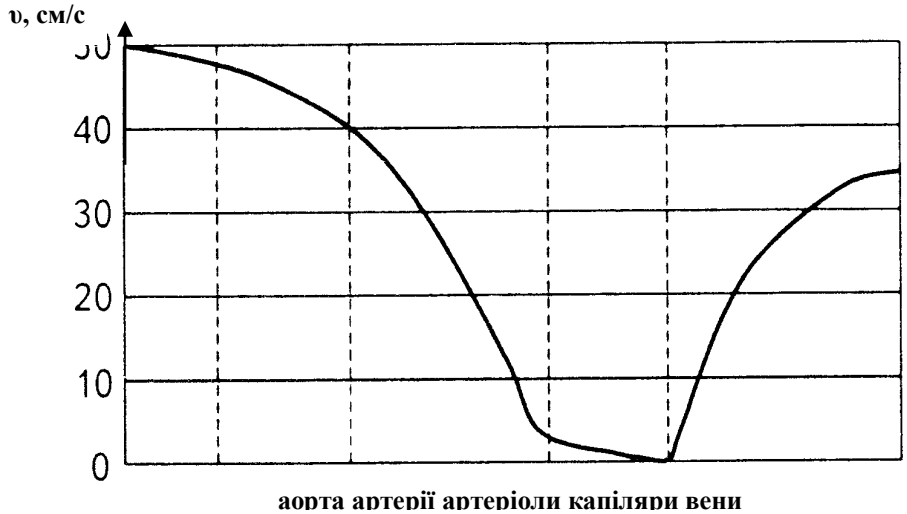


Рис. 2.15. Розподіл лінійної швидкості течії крові у різних ділянках кровоносної системи

Дослідження залежності в'язкості крові від швидкості деформації зсуву (градієнта швидкості) свідчать про те, що кров не є ньютонівською рідиною (рис. 2.16; 2.17). При великих градієнтах швидкості (наприклад, в артеріальних судинах) в'язкість крові наближається до в'язкості води, при малих значеннях швидкості деформації зсуву в'язкість у п'ять і більше разів перевищує в'язкість води (рис. 2.17). Кров за своїм складом гетерогенна і її в'язкість залежить від концентрації формених елементів (рис. 2.16), яку традиційно виражають через показник гематокриту *Не*, що дорівнює відносному об'єму формених елементів у крові. Залежність в'язкості крові від гематокриту можна наближено описати емпіричною формулою $\eta = \eta_0 e^{2He}$, де η_0 – в'язкість плазми. У великих судинах еритроцити утворюють агрегати (монетні стовпчики), розміри яких в десятки разів перевищують розміри самих еритроцитів. При збільшенні градієнта швидкості та зменшенні діаметра кровоносних судин монетні стовпчики руйнуються і в'язкість крові зменшується. Зменшення швидкості крові в судинах малого діаметра (меншого за

500 мкм) називають ефектом Фареуса – Ліндквіста. Еритроцити мають форму двоопуклого диска і є дуже еластичними, завдяки чому можуть проникати навіть у капіляри діаметром 3 мкм (діаметр еритроцита 8 мкм), просуваючись в такому капілярі змійкою, яка з усіх боків оточена оболонкою плазми.

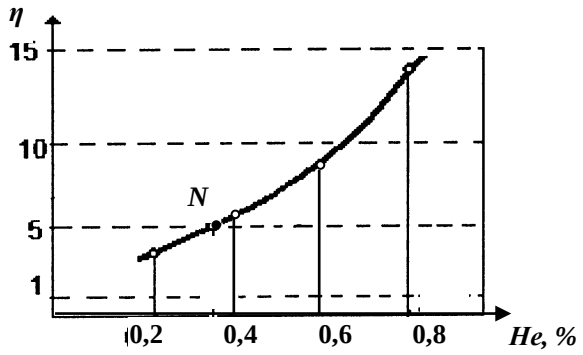


Рис. 2.16. Залежність відносної в'язкості крові від показника гематокриту

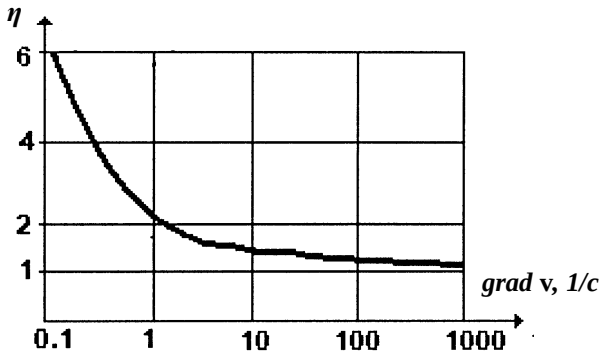


Рис. 2.17. Залежність відносної в'язкості крові від градієнта швидкості

При протіканні неньютонівської рідини спостерігається відхилення від параболічного розподілу швидкості по перерізу трубки (рис.2.18.).

а *б* *в*

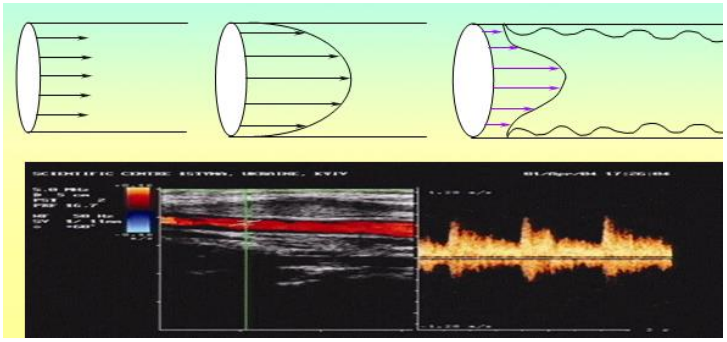


Рис. 2.18. Розподіл швидкостей течії по перерізу трубки: *а* – ідеальна рідина; *б*– реальна ньютонівська рідина; *в* – реальна неньютонівська рідина за умови підвищеного тертя з боку стінки. Внизу – результати вимірювання розподілу швидкостей за допомогою доплерографії

Наявність капілярного русла як важливої складової кровоносної системи, залежність в'язкості крові від характеру течії, змінність параметрів кровоносних судин впродовж кардіоциклу, авторегуляторні механізми роблять відмінною кровоносну систему від об’єктів, які досліджує гідродинаміка. Таким чином,

гемодинаміка як наукова галузь має особливості, які істотно відрізняють її від гідродинаміки і обумовлені складністю та специфікою досліджуваного об’єкта (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Відмінність параметрів об’єктів, що досліджуються в гемо- та гідродинаміці

Параметр	Гідродинаміка	Гемодинаміка
Трубка	Жорстка, гладенька	В’язко-еластична; параметри змінюються в просторі та часі (геометричні розміри, проникність, модуль пружності)
Рідина	Реальна ньютонівська	Не ньютонівська
Градієнт тиску вздовж трубки	grad$P$=const	Різний в різних елементах системи, періодично змінюється завдяки насосній функції серця, нервовій та гуморальній регуляції
Авторегуляторні механізми	Відсутні	Наявні
В’язкість рідини	Стала при T=const Зменшується при підвищенні температури	Залежить від градієнта швидкості Збільшується при підвищенні температури
Елементи системи	Підвідні та відвідні трубки	З'являється третя ланка, капілярне русло

Професійно зорієнтовані знання мають важливе методологічне значення, оскільки вони показують яким чином фундаментальні фізичні закони можуть бути застосовані до розв'язання прикладних проблем. Їх роль є важливою і з огляду на забезпечення належної мотиваційної підтримки. Ці знання утворюють варіативну оболонку змістового модуля і можуть змінюватися залежно від профілю спеціальності та інших чинників. У розглянутому як приклад відрізку навчального матеріалу таку оболонку складає інформація про методи (у тому числі й клінічні) вимірювання в’язкості крові, про метод вимірювання артеріального тиску, який базується на реєстрації шумів (шумів Короткова), що виникають при турбулентній течії крові у плечовій артерії (рис. 2.19.), зміну в’язкості при різних захворюваннях (поліцетимія, анемія, туберкульоз тощо).

Подаючи фахово важливу інформацію, доцільно розкривати фізичний зміст явищ та процесів, що відбуваються в живих організмах або лежать в основі лікувальних чи діагностичних методик. Однак інколи інформація прикладного характеру може бути прихованою. Наприклад, рисунки 2.18 та 2.19 доповнено зображеннями, які отримані при дослідженнях руху рідини методом ультразвукової доплерографії. Це дає змогу при мінімальних затратах часу надати фахової спрямованості фундаментальним фізичним знанням, які отримані при вивченні інших розділів, повторюючи та закріплюючи їх, сприяючи внутрішньопредметній інтеграції курсу.

Запропонована структура змістових модулів відповідає послідовності введення основних понять, що розкривають зміст того чи іншого розділу фізики, і здатна забезпечити усвідомлене застосування фізичних знань як у практичній діяльності, так і при вивченні фахових та інших фундаментальних дисциплін. Така структура змістових модулів дає можливість виокремити фізичну суть того чи іншого прикладного аспекту медичної фізики.

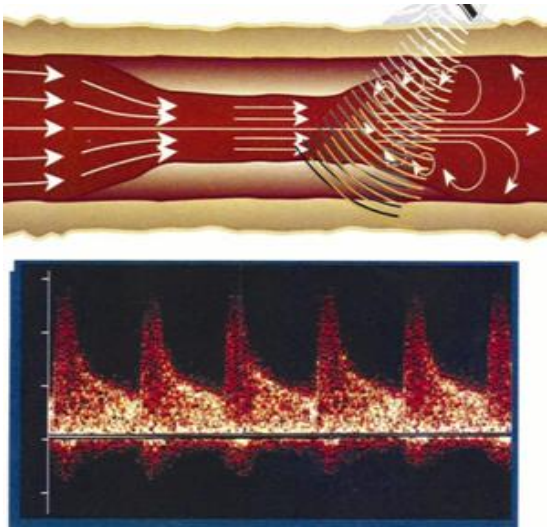


Рис. 2.19. Виникнення турбулентної течії при зміні діаметра трубки.

Конструювання змістових модулів за розробленим підходом зміщує акценти на структурно-функціональний метод пізнання, сприяючи тим самим більш глибокому та всебічному їх засвоєнню, підвищує мотивацію до навчання, інтегрує фундаментальні та фахово спрямовані прикладні знання у єдиний комплекс. Структурування навчального матеріалу супроводжувалося коригуванням

змістового наповнення відповідно до сучасних тенденцій розвитку наукових галузей, на які спирається медична та біологічна фізика, кінцевих цілей вивчення навчальної дисципліни, стандартів освіти, що подані в освітньо-кваліфікаційних характеристиках та освітньо-професійних програмах.

В основу побудови модулів покладена здебільшого дедуктивна логіка – від загального до часткового. Подання у кожному модулі взаємопов'язаної понятєвої системи наукового знання посилює світоглядний компонент навчання. При такому підході засвоєння всього комплексу прикладних знань, тобто варіативної оболонки дисципліни, значно полегшується, оскільки містить у своїй основі інваріантне фундаментальне ядро категоріально-понятєвої структури предмету.

Згідно з проектом експериментального навчального плану (ECTS-проект) на вивчення курсу „Медична та біологічна фізика” надається 5,5 кредитів, які на наш погляд, можуть бути розподілені між змістовими модулями таким чином (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Змістові модулі курсу медична та біологічна фізика

Змістові модулі	**Лекції (год.)**	**Лабораторно-практичні заняття (години)**	**Самостійна робота (години)**	**Всього (години / кредит)**
Елементи вищої математики	4	18	8	30/1
Акустика, біореологія та гемодинаміка	5	12	12	30/1
Електродинаміка і медична апаратура	9	24	15	45/1,5
Оптика. Квантова та ядерна фізика	8	12	10	30/1
Біологічні мембрани	4	14	10	30/1
Всього	30	80	55	165/5,5

При доборі навчального матеріалу змістових модулів брали до уваги те, що ці знання повинні:

– забезпечувати формування уявлень про цілісну наукову картину світу, про її еволюцію, методи наукового пізнання;

– бути міцною базою для вивчення фундаментальних професійно зорієнтованих та фахових дисциплін.

Як було обґрунтовано в попередніх параграфах (2.1 та 2.2), на сучасному етапі важливою є зміна акцентів у бік світоглядної та методологічної спрямованості курсу "Медична та біологічна фізика". Так, при вивченні змістового модуля "Біоакустика, біореологія та гемодинаміка" увага акцентувалася на таких важливих з методологічної точки зору питаннях:

– природа ідеалізацій у механіці (матеріальна точка, абсолютно тверде тіло, ідеальна рідина, стаціонарна течія, трубка течії);
– причинно-наслідкові зв’язки (механічний чи лапласівський детермінізм);
– міри руху класичної механіки та їх зв'язок з властивостями простору та часу (імпульсу з однорідністю простору, кінетичної енергії з однорідністю часу тощо);
– термодинамічні параметри як особливий спосіб (порівняно з характеристиками частинок) опису фізичних об’єктів;
– статистичний і термодинамічний методи дослідження; мікроскопічний та феноменологічний підходи до вивчення макрооб’єктів;
– світоглядне значення першого та другого начал термодинаміки (процеси еволюції Всесвіту);
– синергетичні підходи до опису нерівноважних процесів.

У рамках змістового модуля "Електродинаміка і медична апаратура" доцільно підкреслити, що в його основі лежить одна теорія – електродинаміка, в рамках якої важливими є такі методологічні питання:

– емпірична база наукового знання електродинаміки;
– теоретична база наукового знання електродинаміки (побудова Максвеллом єдиної теорії електромагнітного поля);
– фізичний зміст рівнянь Максвелла.

При висвітленні перших двох питань особливо важливо відзначити евристичну цінність математики при взаємодії емпіричного та теоретичного базисів наукового фізичного знання. В електродинаміці це проявляється дуже виразно, оскільки рівняння

Максвелла, які є математичною моделлю численних експериментальних фактів (експериментальні закони Кулона, Ампера, Ерстеда, Фарадея тощо), містять набагато більше інформації, ніж вихідні дані.

При вивченні змістового модуля "Оптика. Квантова та ядерна фізика" важливими є методологічні питання, пов’язані з діалектичним характером розвитку фізичних теорій та інтерпретацією їхніх результатів. Тут особливо виразно проявляється взаємодія наукового знання та наукової парадигми – нові наукові знання приводять до докорінних змін у наріжних поняттях, ідеях, принципах. Потребують детального висвітлення такі методологічні проблеми:

– емпіричні та теоретичні передумови створення квантової механіки;
– імовірнісний характер законів;
– філософська категорія причинності в квантовій механіці, квантово-механічний детермінізм, який має велике гносеологічне значення;
– ієрархія структури матерії;
– нескінченність процесу пізнання.

При вивченні біофізики клітини варто акцентувати увагу на особливостях будови живої матерії. Специфіку живого на молекулярному рівні вперше пояснив засновник квантової механіки Е. Шредінгер у своїй відомій книзі "Що таке життя з точки зору фізики". Тут він стверджував, що живий організм є відкритою термодинамічною системою, яка безперервно обмінюється речовиною та енергією з навколишнім середовищем. Вражаючу стійкість живих організмів в умовах принципової нерівноважності процесів, які в них відбуваються, Шредінгер пояснював безперервним відтоком ентропії в навколишнє середовище. Не залишилося поза увагою вченого й інше важливе з точки зору фізики питання: чому живі організми складаються з надзвичайно великої кількості атомів? На думку вченого, система, яка складається з невеликої кількості атомів, не може бути впорядкованою. Будь-яка флуктуація теплового руху повинна була б зруйнувати таку систему.

Вивчення біофізики мембранних процесів зорієнтоване здебільшого на вивчення фізіології, і цей розділ, по суті, є пропедевтичним для курсу фізіології.

При вивченні цього розділу надзвичайно важливим є наповнення матеріалу фізичним змістом, обов'язковим є розгляд фізичного механізму фізіологічних процесів, наявність пояснень та доведень з опорою на фундаментальні фізичні закони та принципи. В іншому випадку розгляд теми чи її частини доцільно віднести до курсу нормальної або патологічної фізіології. Доцільно в часовій ієрархії цей модуль вивчати останнім, щоб наблизити до курсу фізіології, який розпочинається саме вивченням процесів у біологічних мембранах.

Зміна акцентів у бік світоглядної та методологічної спрямованості курсу, а також структурно-організаційні його вдосконалення зумовлюють також часткові зміни у методиці проведення практичних та лабораторних робіт, самостійній роботі студентів (СРС). Змістово-операційний компонент пізнавальної самостійності студента повинен містити систему провідних знань та способів навчально-пізнавальної діяльності, які визначають вміння самостійно оволодівати новими знаннями та способами діяльності, а також методи мисленнєвої діяльності, якими володіє студент: вміння аналізувати, конкретизувати загальні положення, бачити проблему і знаходити шляхи її розв'язання. До показників сформованості змістово-операційного компонента відносяться: вміння працювати з літературою, конспектами лекцій, вміння складати задачі і т. п.

Важливим є розроблення структурно-логічних схем кожного змістового модуля навчального матеріалу. Ці схеми мають бути доступними для кожного студента і їх доцільно рекомендувати для розроблення студентами більш деталізованих опорних карт, структурно-логічних схем лабораторних робіт тощо. Це сприятиме розвиткові системного стилю мислення, формуванню наукового світогляду і створюватиме належне мотиваційне підґрунтя.

Запропонований підхід до структурування навчального матеріалу за модульним принципом забезпечує:

– цілісність курсу на основі інтеграції всіх його розділів навколо такого ключового поняття, як живий організм;
– відповідність до сучасних принципів структурування наукових знань, що спираються на внутрішню логіку фізичної науки;

– концентрований виклад фундаментальних законів та принципів;
– формування наукового світогляду та єдиної наукової картини світу;
– формування наукового типу мислення та створення інтелектуального фундаменту для самореалізації.

Схема структурування навчального матеріалу за змістовими модулями пройшла апробацію з ретельним аналізом її результатів, зазнала деякого коригування та вдосконалення.

Не можна оминути питання щодо оптимальної кількості модулів у структурі навчальної дисципліни. Об’єднуючи змістові модулі у навчальні, варто мати на увазі, що кожен навчальний модуль повинен визначатися конкретним цільовим завданням, яке й передбачає певний рівень засвоєння змістових модулів, мотивацію на якісне засвоєння, методи й форми прямої, опосередкованої та самостійної навчально-пізнавальної діяльності, корекцію, самооцінювання й оцінювання результатів засвоєння знань, умінь та навичок. Організаційний компонент запропонованої технології засвоєння змістових модулів передбачає наявність не більше трьох модульних одиниць за семестр. Кожна модульна одиниця являє собою сукупність різноманітних форм та методів навчального процесу: лекційних, семінарських, практичних та лабораторних робіт. Об'єднання змістових структурних одиниць в організаційні модулі доцільно здійснювати таким чином, щоб досягти зручної, логічної і збалансованої в часі послідовності їх вивчення та забезпечити ритмічну навчальну роботу студентів упродовж семестру.

Пройшов апробацію підхід, при якому курс "Медична та біологічна фізика" структурується відносно основних трьох його складових: вища математика, біологічна фізика, медична фізика. На думку автора, таке структурування було б оптимальним, якби шкільний курс фізики міг бути базовим для вивчення курсу медичної та біологічної фізики. Однак, як уже зазначалося, вивчення цих дисциплін потребує елементів знань, що відповідають курсу загальної фізики. Так, біофізика розглядає транспорт заряджених частинок через мембрану. Цей матеріал потребує знань про напруженість електричного поля як градієнта потенціалу, закон Ома у диференціальній формі, рухливість іонів, хімічний та електрохімічний потенціал.

Близькі до цих знання потрібні у медичній фізиці при вивченні дії електромагнітного поля на біологічні тканини, вивченні електричних властивостей біологічних тканин, електрографічних методів діагностики тощо. Доводиться базові фізичні знання надавати паралельно до вивчення питань біологічної та медичної фізики. Логічно припустити, що надавати такі знання доцільніше при вивченні відповідних розділів медичної фізики, оскільки її можна розглядати як прикладний розділ фізики, а отже і структурувати за схемою, традиційною для курсу загальної фізики. Проте за новою навчальною програмою вивчення біофізики в часі передує вивченню медичної фізики. Це значно ускладнює побудову цілісної логічної та послідовної структури курсу, породжує фрагментарність знань, не сприяє їх належному засвоєнню на довготривалу перспективу.

Впровадження кредитно-модульної системи у навчальний процес є одним із важливих та складних кроків на шляху до європейського освітнього простору. Ця навчальна технологія навчання має ряд переваг над традиційною:

- модульний підхід і рейтингова система контролю спонукають студентів до регулярної навчальної роботи впродовж усього семестру і стимулюють їх пізнавальну активність;
- структурування навчального матеріалу за модулями сприяє удосконаленню форм та методів навчання, а також методів оцінювання результатів навчання;
- ущільнення інформації, побудова змістових одиниць не лише на предметній, а й на проблемній основі дає можливість сконцентрувати увагу студентів на головному, істотному в змісті навчального матеріалу;
- дає змогу реалізувати індивідуальний, особистісно зорієнтований підхід при проектуванні та втіленні власної стратегії навчання;
- забезпечує мобільність студентів у межах європейського освітнього простору.

Безсумнівно, ми маємо навчатися за єдиними стандартами з Європою. Однак Болонська декларація та інші міжнародні документи не дають відповіді на найголовніші питання освітнього процесу: конструювання змісту освіти і шляхи інтеграції національних освітніх традицій у нові навчальні технології. Не викликає сумнівів теза, що система освіти будь-якої країни є національним

надбанням. Вона формується під впливом багатьох чинників протягом століть і генетично пов’язана з національною ментальністю. Інтеграційні процеси в освіті неминучі, але вони не повинні нести загрози руйнації і мають відбуватися із врахуванням специфіки національної системи освіти. Ігнорування цих чинників неодмінно призводить до погіршення якості освіти. А саме якість – головний наріжний камінь для довіри, мобільності, сумісності у європейському просторі.

2.4. Математичні та фізичні моделі як засіб інтеграції фундаментальної та фахової підготовки при вивчені дисциплін фізико-математичного циклу в системі медичної освіти

Метод моделювання є одним із найзагальніших способів формування наукової теорії. На ідеї моделювання базується, по суті, будь-яке наукове дослідження як теоретичне (при якому використовуються різного роду знакові, абстрактні моделі), так і експериментальне. На думку відомого американського вченого Р. Кранта, моделі є мисленнєвими конструкціями реального світу і відображають ті чи інші сторони дійсності. Саме тому поняття моделі є наскрізним методом інтеграції різних розділів медичної та біологічної фізики і різних навчальних природничих дисциплін. Дослідженню можливостей методу моделювання в природничих науках, біології, техніці, лінгвістиці, екології, медицині присвячено велику кількість наукових праць останніх років. Автори засвідчують, зокрема, різний ступінь розробленості методів моделювання для різних дисциплін, зазначаючи, що стосовно живих структур методи моделювання розроблені найменше. Це пов'язано як зі складністю та динамічністю живих систем, так і з недосконалістю математичного апарату. Водночас у природничих науках цей метод відіграє виключно важливу роль, оскільки без його використання практично неможливо отримати повне та детальне уявлення про поведінку таких складних систем, якими є живі організми.

У біофізиці, біології та медицині часто використовують моделі, які за природою можна розділити на такі типи:

– *фізичні моделі*. Вони мають фізичну природу, відмінну від природи об'єкта (наприклад, для дослідження електричних властивостей біологічних тканин часто використовують схеми Фріке-Морзе або Швана, що є сукупністю поєднаних певним чином ємнісного та активного опорів; кровоносну систему вивчають за моделлю Франка, яка є поєднанням еластичного резервуара з жорсткою трубкою – окремою судиною);
– *математичні моделі*, які поділяють на статичні та динамічні. В них реальні процеси описуються за допомогою математичних рівнянь (наприклад, моделі розвитку популяцій, поширення епідемій, реакцій імунної системи, фармакокінетичні моделі);
– *біологічні моделі*. Ними є зручні для дослідження біологічні об'єкти (наприклад, закономірності виникнення й поширення потенціалу дії були вивчені значною мірою завдяки такій вдалій біологічній моделі, як гігантський аксон кальмара, діаметр якого d=0,5 мм, що в 100-1000 разів більше, ніж аксон хребетних; закономірності скорочення міокарда досліджують на папілярному м'язі тощо).

Можна виокремити як окремий вид аналогові моделі, хоча по суті це є різновид моделей фізичних. На рис. 2.20 подана аналогова електрична схема, яку часто використовують для моделювання процесів кровообігу.

Ця схема складається з джерела змінної напруги U (аналог серця), випрямляча B (аналог серцевого клапана), конденсатора C (аналог еластичного резервуара) та резистора R (аналог жорсткої трубки) і дає можливість досліджувати процеси в рамках гідродинамічної моделі Франка. Джерело ЕРС створює коливання струму в колі, а випрямляч пропускає струм лише в одному напрямку подібно до того, як серцевий клапан пропускає кров із шлуночка в аорту. Конденсатор згладжує коливання струму, що проходить через резистор, аналогічно до того, як еластичні артерії згладжують коливання тиску в дрібніших судинах.

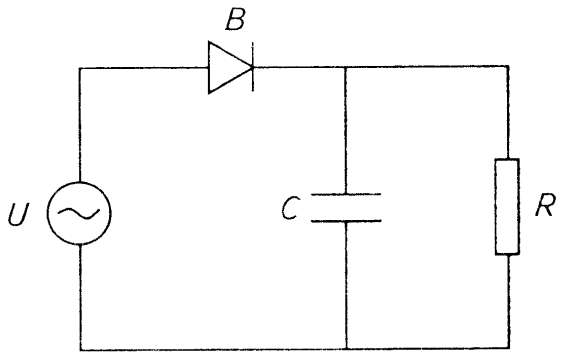


Рис. 2.20. Електрична схема для гемодинамічної моделі Франка

Використання моделей у навчальних технологіях вищої медичної школи має свої особливості, зумовлені, насамперед, відмінностями медичної та біологічної фізики як галузі науки та відповідної навчальної дисципліни.

Розроблена нами дидактична система передбачає не лише опанування математичними чи фізичними моделями, а й більш широке використання методів математичного моделювання у навчальному процесі, яке адекватно відображає роль цих методів у науковому пізнанні і формує вміння свідомо будувати найпростіші математичні моделі. Практика свідчить, що несформованість загальних (таких, що використовуються в різних галузях: аналіз, синтез, узагальнення тощо) знань і специфічних (таких, що характерні для певної галузі) розумових дій та прийомів розумової діяльності є головною перешкодою в набутті фахових компетенцій. Саме такі дії та прийоми складають механізм мислення і ними студенти мають оволодіти у процесі навчальної діяльності. Традиційно в навчанні пропонуються вже сформульовані задачі. В нашому дослідженні більше уваги концентрується на проблемних методах навчання, створенні ситуацій, у яких студенту самостійно потрібно визначити проблему, сформулювати її, подавши формалізовано. Вихідні теоретичні уявлення будь-якої моделі формуються, насамперед, на основі експериментальних досліджень природних процесів. При цьому, по-перше, засвоюються певні предметні знання, по-друге, виробляються навички узагальнених способів діяльності. Центр тяжіння таким чином переноситься із засвоєння наукових знань на вироблення певних способів дій.

Метод моделювання є дієвим інструментом для реалізації діяльнісного підходу при вивченні фізико-математичних дисциплін у медичних університетах. Концепція діяльнісного підходу служить базою сучасної теорії активного навчання і, на думку багатьох психологів та педагогів, є однією з найбільш універсальних та перспективних у педагогіці вищої школи. Відповідно до діяльнісного підходу головне завдання освіти полягає у формуванні раціональних прийомів пізнавальної діяльності, які забезпечують застосування певної системи знань до розв'язання фахових проблем.

Виходячи з концепції особистісно орієнтованої освіти, логічно припустити, що навчання має відповідати природному розвитку людини, тобто повинно починатися з того ж, з чого починає й природа – пробуджувати чуттєвий розум людини й поступово переводити його до узагальнень та абстракцій. Використання моделей сприяє активізації розумової діяльності студентів, що значною мірою здійснюється завдяки концентрації уваги на головному в даному фрагменті навчального матеріалу. Навчальна модель спрощує явище чи процес, що розглядається, оскільки вона ізоморфно відображає лише одну чи декілька характеристик об'єкта.

Таким чином, моделювання забезпечує реалізацію одного з найважливіших принципів дидактики – наочність викладу матеріалу. Важко не погодитись з П. Ф. Каптєревим [155], який вважав, що "наочне навчання є єдиним правильним та природним методом навчання, який цілком відповідає ходу розвитку окремих особистостей". Основна роль наочності, взагалі кажучи, і моделювання, зокрема, полягає не в ілюстрації загальних положень та міркувань, а у можливості диференціації, "у тому, що зміст науки розкладається на окремі елементи, які вивчаються строго послідовно від елементів до їхніх комплексів, а потім до складних утворень" [155]. Досягнення повної ізоморфності не є дидактичною метою введення наочних засобів у навчальний процес. Взамін утрачених характеристик об'єкта модель надає простоту сприйняття.

Навчальне моделювання повинно сприяти формуванню творчих здібностей студентів. Як стверджував А. Ейнштейн: "Винахідником я вважаю людину, яка

створила нову комбінацію вже відомих пристроїв для економічнішого вдоволення людських потреб. Здатність до вільного конструктивного та комбінаційного мислення, так само як захоплення та пристрасть до цієї справи, на мою думку, є вродженою" [386]. Розвиток техніки передбачає можливості моделювання процесів живої природи, окремих органів та структур. Отже, оволодіння цим методом повинно сприяти формуванню не тільки фізичної чи математичної, а й фахової культури. Крім того, усвідомлення закономірностей розвитку природи розширює можливості розвитку особистості в процесі навчання.

При навчанні фізики студентів-нефізиків (медиків, біологів, хіміків) перевагу слід віддавати якісним моделям, які дають можливість абстрагуватися від багатьох другорядних властивостей і чітко викласти спільну для всіх частинних проявів основу. Такі методи моделювання є важливими для майбутньої фахової діяльності. Однак вони мають бути перевірені на відповідність до основних фізичних законів та принципів.

В’язкопружні властивості біологічних тканин наочно моделюють за допомогою простої комбінації пружного (пружина) та в'язкого (поршень із в'язкою рідиною) елементів (рис.2.21).

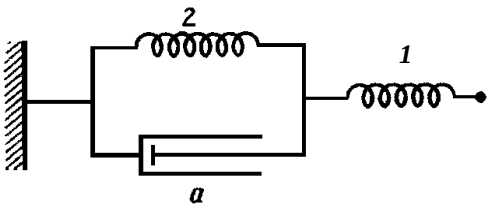


Рис. 2.21. Модель в’язкопружних властивостей біологічних тканин

Електричні властивості біологічних структур можна досліджувати на моделі, яка містить вдало поєднані омічні та ємнісні опори (рис. 2.22). При послідовному з'єднанні R і C (рис. 2.22, *а*) схема має істотні розбіжності з дослідом, у якому пропускають постійний струм. Якщо $\omega \to 0$, то система чинитиме нескінченно великий опір ($Z_0 \to \infty$), що не відповідає дійсності. Якщо ж C і R з'єднати паралельно (рис. 2.22. *б*), то при високих частотах ($\omega \to \infty$) $Z_\infty \to 0$, що також не відповідає дійсності. Для біологічних тканин характерне складніше сполучення ємності та активного опору. Найбільш вдалими є схеми, наведені на рис. 2.22. *в, г*. При

пропусканні через такі схеми високочастотного струму при $\omega \to \infty$, $X_C \to 0$ імпеданс асимптотично наближається до деякої константи Z_∞ (у випадку *в*: $Z_\infty = R_1 + R_2$, а у випадку *г*: $Z_\infty = R_1 \cdot R_2/(R_1 + R_2)$.

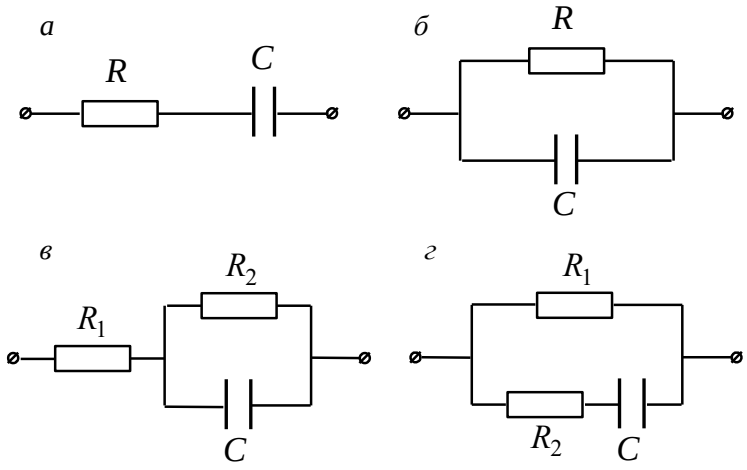


Рис. 2.22. Моделі електричних властивостей біологічних тканин

Схеми *в* та *г* з певним наближенням можна вважати еквівалентними до біологічних тканин за електричними параметрами. Але жодна з них не може повністю відтворювати закономірності проходження електричного струму через біологічні системи. Про це свідчить рис. 2.23, на якому наведені графіки дисперсії (частотної залежності) імпедансу рослинної тканини: крива 1 – для нормальної здорової тканини; 2 – для нагрітої до t = 50°С впродовж 2 хв; 3 – те ж саме впродовж 4 хв; 4 – після кип’ятіння у воді впродовж 20 хв.

З рисунка видно, що крутизна кривої в міру відмирання тканини зменшується, тобто спостерігається зменшення опору при низьких частотах, тоді як при високих частотах імпеданс практично не змінюється. Причиною є руйнація мембран – “живих конденсаторів”; нежива біологічна тканина має суто омічний (активний) опір. Розглянута особливість може бути використана для оцінки фізіологічного стану біологічного об’єкта, що є важливим при трансплантації органів. Як правило визначають *коефіцієнт дисперсії К*, який дорівнює відношенню імпедансу при низьких частотах (10^2–10^4 *Гц*) до імпедансу при високих (10^6–10^8 *Гц*) частотах:

$$K = \frac{Z_{\text{нч}}}{Z_{\text{вч}}} \cdot$$

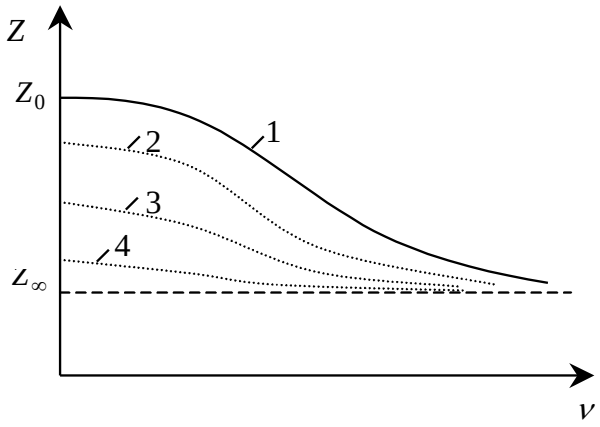


Рис. 2.23. Дисперсія імпедансу біологічних тканин

Вивчаючи рух біологічних рідин також використовують різні моделі: ідеальної, реальної ньютонівської та реальної неньютонівської рідин. Ідеальною називають рідину, яка не підлягає стисненню (ρ=*const*) і в якій відсутні сили внутрішнього тертя (η=0). Ця модель використовується для отримання найпростіших рівнянь руху рідини.

Реальні рідини, в яких існують сили внутрішнього тертя, описуються рівнянням Ньютона і називаються ньютонівськими. Коефіцієнт в'язкості η ньютонівських рідин залежить лише від температури та природи рідини і не залежить від умов плину. До ньютонівських рідин можна віднести воду, розчини електролітів, ртуть, гліцерин, спирти. Існують рідини, коефіцієнт в'язкості яких залежить від умов плину, насамперед від градієнта швидкості, і змінюється внаслідок наявної в них деформації зсуву та перебудови внутрішньої структури, обумовленої цією деформацією. Такі рідини називають неньютонівськими. До них відносять розчини білків, полімерів, більшість біологічних рідин (кров, лімфу), деякі суспензії. Описуючи динаміку руху біологічних рідин, розглядають особливості їхньої структури та умови плину і обирають ту чи іншу модель рідини – від ідеальної до реальної.

При оцінюванні результатів навчальної діяльності слід базуватися на вмінні формалізувати та подавати в наочній формі складні природні процеси, на розумінні прийнятих у моделі спрощень та наслідків, до яких ці спрощення призводять, на вмінні аналізувати одержану та вихідну інформацію. Дидактично важливим у курсі

МБФ прикладом можуть бути різні концепції електричної активності серця: концепція диференціальної хвилі збудження, концепція електростатичного диполя та генератора струму (концепція Ейнтховена). В сучасному навчальному курсі вивчають дві останні, тому зупинимося на них детальніше.

У моделі Ейнтховена серце розглядають як розташований у об'ємному провіднику генератор струму, що створює електричне поле. Експерименти свідчать, що у будь-який фіксований момент часу картина еквіпотенціальних поверхонь та силових ліній на поверхні тканин, що оточують серце, подібна до картини, створеної полем диполя, причому збуджена ділянка міокарда має негативний потенціал відносно незбудженої. Цей факт дає підстави у найпростішому випадку розглядати серце як електростатичний диполь, що розташований у діелектричному середовищі. Залежно від прийнятих вихідних положень отримаємо різні, але багато в чому схожі висновки (табл. 2.10).

Таблиця 2.10

Основні формули, що розкривають фізичну суть різних моделей електрокардіографії

Фізичний параметр	Модель електростатичного диполя	Модель Ейнтховена
Потенціал поля, створеного одним із полюсів	$\varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}$	$\varphi = \frac{I\rho}{4\pi r}$
Дипольний момент	$\vec{P} = q\vec{l}$	$\vec{D} = I\vec{l}$
Потенціал поля, створеного диполем у віддаленій точці	$\varphi = \frac{P}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2}\cos\alpha$	$\varphi = \frac{\rho D}{4\pi r^2}\cos\alpha$
Інтегральний (еквівалентний) вектор серця	$\vec{E} = \sum_{i=1}^{n}\vec{P}_i$	$\vec{E} = \sum_{i=1}^{n}\vec{D}_i$
Різниця потенціалів між двома рівновіддаленими точками	$\Delta\varphi = \frac{\sin\beta/2}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2}E\cos\alpha$	$\Delta\varphi = \frac{\rho\sin\beta/2}{2\pi r^2}E\cos\alpha$

Студенти мають можливість переконатися, що взявши різні вихідні положення, отримаємо формули, які відрізняються лише коефіцієнтами пропорційності: $k = \frac{\sin \beta/2}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2}$ – у моделі електростатичного диполя, розташованого в об'ємному однорідному нескінченно великому діелектрику, і $k = \frac{\rho \sin \beta/2}{2\pi r^2}$ – у моделі генератора струму, розташованого в об'ємному однорідному нескінченно великому провіднику.

Кожна з цих моделей розкриває фізичну суть електрографії і пояснює генезис електрокардіограми. Однак практичне застосування має лише друга, оскільки при патології змінюється саме електропровідність серцевого м’яза і цей факт лежить в основі діагностики великої кількості серцевих захворювань.

Перевагою моделі електростатичного диполя є її простота та доступність. Студентам з шкільного курсу фізики відома формула потенціалу точкового заряду, принцип суперпозиції електричних полів тощо, що значно полегшує виклад та сприйняття навчального матеріалу. Однак, обов’язково слід пояснити студентам, що модель електростатичного диполя є нічим іншим, як спробою адаптації наукових знань у навчальний процес. Варто зазначити, що модель струмового генератора також є недосконалою. Аналізуючи недоліки цієї моделі, увагу акцентуємо на шляхах їх подолання, оскільки це дає змогу розкрити фізичну основу сучасних діагностичних методик (ветор-, ехокардіографії, використання кардіографів з великою кількістю електродів та комп’ютерною обробкою інформації) та окреслити шляхи розвитку медицини в даній галузі.

Метод моделювання виступає як фундаментальна основа встановлення міжпредметних зв'язків. Практично в кожній темі курсу "Біологічна та медична фізика" розглядаються різноманітні моделі: в біофізиці клітини – мозаїчна модель мембрани Селенджера, модель роботи натрієво-калієвого насосу при активному транспорті, моделюється діяльність окремих органів та їхніх систем (моделі кровоносної системи, поширення потенціалу дії тощо). Кожна з моделей сприяє інтеграції не тільки фундаментальних та базових дисциплін (біофізики, математики,

біології, біохімії, фізіології тощо), а й суто фахових (кардіологія, радіологія, імунологія тощо).

Як уже зазначалося, в навчальному процесі моделювання використовують також з метою розв’язання актуальної проблеми трансформації, адаптації та асиміляції досягнень сучасної фізичної та біофізичної науки, медичної техніки у навчальний курс "Медична та біологічна фізика" .

Таким чином, моделювання можна розглядати не тільки як засіб навчання, а також і як метод, який слугує постійною опорою на чуттєві образи. До основних функцій моделювання можна віднести :

– гносеологічну; вона полягає в можливості спрощеного, опосередкованого дослідження об'єктів, безпосереднє вивчення яких неможливе в силу тих чи інших причин;
– ілюстративну, яка полягає в створенні чуттєвої опори для аналізу та узагальнень;
– евристичну – отримання нових знань;
– інтегруючу чи синтезуючу – встановлення єдиної картини досліджуваного явища.

Значення моделювання зростає при зміні умов вивчення природничих дисциплін (зменшенні кількості аудиторних годин, введені нових курсів, зміні дослідно-експериментальної бази). Впровадження в навчальний процес ІКТ відкриває нові можливості вивчення природничих дисциплін шляхом комп'ютерного моделювання. Важливою перевагою такого методу є його діяльнісна природа, яка забезпечується інтерактивністю.

У сучасній дидактиці, згідно з [104], домінує декілька підходів до формування знань (табл. 2.11). В останні роки концепція діяльнісного підходу набуває все більше прихильників серед фахівців у галузі педагогіки та психології. Суть цієї концепції полягає в тому, що розвиток психіки визначається діяльністю, яка пов'язує організм із навколишнім світом. Ця концепція служить базою сучасної теорії активного навчання, вона є досить універсальною і перспективною у дидактиці професійної освіти. Відповідно до діяльнісного підходу головне завдання навчання

полягає у формуванні раціональних прийомів пізнавальної діяльності, які забезпечують застосування певної системи знань на практиці. На думку Н.Ф. Талізіної, знання ніколи не можна надати в готовому вигляді, вони "завжди засвоюються через включення їх у ту чи іншу діяльність" [331].

Таблиця 2.11

Підходи до формування знань

Підхід	Зміст підходу	Розробники підходу
Діагностичний	Знання розглядаються як результат педагогічного процесу; центральним завданням є встановлення певного рівня знань	В.П.Безпалько
Діяльнісний	Знання є продукт інтелектуальної діяльності	Н.Ф.Талізіна Б.А.Сусь
Дидактичний	Орієнтований на врахування особливостей предметних галузей дійсності	І.Я.Лернер В.С.Ледньов А.М.Сохор
Технологічний	Орієнтований на створення знаннєвих конструкцій, покликаних формувати задані характеристики мислення	В.В.Давидов

За допомогою числових та наочних комп'ютерних моделей студенти власноруч можуть досліджувати різноманітні залежності й можливі варіанти розвитку фізичних процесів, прискорювати й сповільнювати їх перебіг, змінювати конфігурацію системи її параметри, теоретично створювати об'єкти з новими властивостями. Комп'ютерне моделювання дає змогу ознайомитися із закономірностями перебігу реальних фізичних процесів, відповідно до теоретичних, модельних уявлень про ці процеси. Його можна розглядати як нову методику навчання фізики, яка відображає сучасний стан розвитку фізики як наукової галузі.

Комп’ютерний експеримент має високу наочність, дозволяє побачити недоступне, проникнути всередину клітини, тканини, органа. Така лабораторна робота є не менш творчою, ніж реальна. Як приклад, розглянемо розроблену нами лабораторну роботу "Дослідження фармакокінетичних процесів".

Для дослідження змін концентрації введеного в організм лікарського препарату використовують так звані фармакокінетичні моделі. Реально зміна концентрації залежить від великої кількості різноманітних процесів. Однак, зробивши ряд припущень, а саме: абстрагуючись від багатостадійності процесів уведення, переносу та виведення препарату; нехтуючи механізмами молекулярних процесів (проникність мембран, хімічні перетворення тощо), отримаємо доволі прості й наочні моделі, які адекватно описують цей складний процес.

Розглянемо закономірності зміни маси лікарського препарату *m(t)* в організмі при різних способах його введення.

Перший спосіб. ***Однокамерна лінійна фармакокінетична модель.***

Однокамерна лінійна модель адекватно описує процеси, які відбуваються при однократному введенні ін’єкцією в кров багатьох лікарських препаратів. Уявімо організм як систему із сталим об'ємом *V*. Циркуляція крові практично відразу забезпечує рівномірний розподіл концентрації ($c_0 = \frac{m_0}{V}$) препарату в організмі. Процес зменшення маси (чи концентрації) лікарського препарату в організмі можна характеризувати швидкістю виведення (швидкістю елімінації). Швидкість виведення препарату лінійно залежить від його маси *m* у даний момент часу *t*. Тому можна записати:

$$m' = -km \text{ або } dm = -k\,m\,dt,$$

k – коефіцієнт пропорційності (стала елімінації).

Щоб отримати дане рівняння, були зроблені певні припущення, які значно спрощують задачу, але суттєво не відображаються на результатах, а саме: співвідношення між нескінченно малими приростами досліджуваних величин замінені відповідними співвідношеннями між диференціалами (застосовано так званий метод диференціалів); перебіг виведення (змінний процес) впродовж

короткого проміжку часу розглядається як процес, що перебігає зі сталою швидкістю. Такі спрощення носять загальний характер, вони часто використовуються при складанні диференціальних рівнянь і їх засвоєння є необхідним для успішної формалізації багатьох фізичних, біологічних, медичних, хімічних та інших процесів.

Отримане рівняння є диференціальним рівнянням зі змінними, що розділяються. Його частинний розв'язок за умови, що в початковий момент часу t=0 маса препарату дорівнювала m_0 , має вигляд:

$$m\,(t) = m_0 e^{-k\cdot t}\,.$$

Концентрація лікарського препарату, так само як і його маса, буде зменшуватися за експоненціальним законом $c\,(t) = c_0 e^{-k\cdot t}$ (рис.2.24). Студенти самостійно або, спираючись на підтримку викладача, мають зробити висновок, що стала елімінації є важливою суб'єктивною характеристикою організму. Вона є величиною, оберненою до проміжку часу τ ($k = 1/\tau$), за який маса препарату в крові зменшується в $e \approx 2{,}7$ рази.

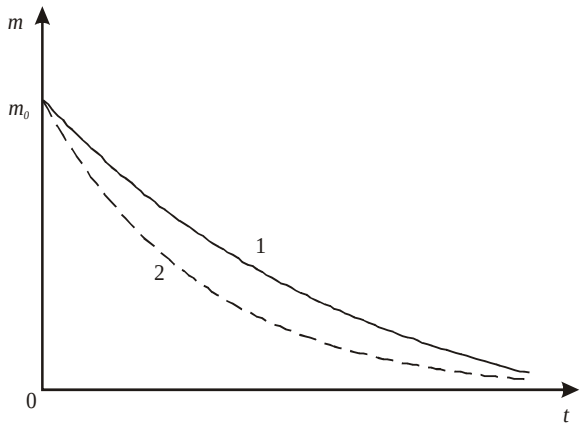


Рис. 2.24. Зміна маси лікарського препарату з часом при різних значеннях сталої елімінації ($1 - k_1$, $2 - k_2$, $k_2 > k_1$) та однаковій початковій масі m_0 .

Внутрішньовенне вливання за допомогою крапельниці дає змогу безперервно вводити лікарський препарат із сталою швидкістю Q. Швидкість виведення, як і в попередньому випадку, прямо пропорційна до маси наявної в крові в даний момент

часу маси препарату. Диференціальне рівняння такої фармакокінетичної моделі має вигляд:

$$\frac{dm}{dt} = Q - km.$$

Це неоднорідне лінійне диференціальне рівняння першого порядку. Запишемо його у відповідному до стандартного $y' + p(x)y = q(x)$ вигляді:

$$\frac{dm}{dt} + km = Q.$$

Загальний розв'язок має вигляд:

$$m = e^{-kt}\left(\frac{Q}{k}e^{kt} + C\right).$$

Оскільки за допомогою крапельниці досить часто вводять препарати, концентрація яких у нормі є відмінною від нуля (наприклад, глюкоза), логічно припустити, що при $t=0$, $m=m_0$. Знайдемо частинний розв'язок :

$$m = e^{-kt}\left(\frac{Q}{k}e^{kt} + m_0 - \frac{Q}{k}\right) \text{ або } m(t) = \frac{Q}{k} - \left(\frac{Q}{k} - m_0\right)e^{-kt}.$$

Графік залежності зміни маси препарату з плином часу подано на рис. 2.25.

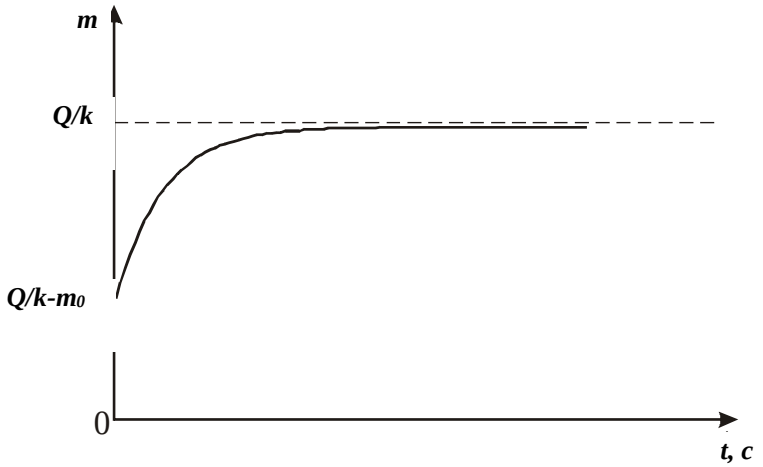


Рис. 2.25. Зміна маси лікарського препарату з часом при введені ін фузією (друга фармакокінетична модель)

В окремому випадку рівності нулю початкової маси препарату одержане рівняння спрощується й набуває вигляду

$$m(t) = \frac{Q}{k}(1 - e^{-kt}),$$

а графік залежності паралельно зміщується вздовж осі ординат так, щоб його початок співпадав із початком координат. При інтерпретації результатів важливо встановити зміст величин $\frac{Q}{k}$ та $\frac{Q}{k} - m_0$. Оскільки при $t \to \infty$ маса препарату асимптотично наближається до значення $\frac{Q}{k}$, можна стверджувати, що ця величина має зміст рівноважної кількості лікарського препарату в крові. Величина $\frac{Q}{k} - m_0$ характеризує зміну концентрації препарату в організмі завдяки процедурі інфузії (введення за допомогою крапельниці).

У медичній практиці бажаним є результат, при якому рівноважна кількість лікарського препарату співпадає з його оптимальною кількістю m_{onm} чи c_{onm}.

Третій спосіб описує внутрішньом'язове та пероральне введення лікарського препарату (**однокамерна лінійна фармакокінетична модель із всмоктуванням).** Зміна маси (концентрації) препарату визначається двома доданками. Один із цих доданків характеризує процес виведення препарату з організму і співпадає з відповідним у попередніх рівняннях; інший – характеризує надходження препарату з депо (ділянка м'язової тканини, таблетка). Щоб записати другий доданок, пригадуємо, що процес розчинення речовини з таблетки описується рівнянням:

$$M(t) = M_0 e^{-r \cdot t},$$

отже, швидкість розчинення $M'(t) = -r M_0 e^{-r \cdot t}$, а швидкість надходження в рамках прийнятої моделі: $r M_0 e^{-r \cdot t}$. Таким чином, отримаємо рівняння

$$\frac{dm}{dt} = -km + rM_0 e^{-rt},$$

де r – константа, яка характеризує швидкість всмоктування (реально вона дещо відрізняється від швидкості розчинення); M_0 – початкова маса препарату в депо, k – стала елімінації. Це лінійне неоднорідне диференціальне рівняння першого порядку. Для його розв'язування використаємо, як і в попередньому випадку, метод Бернуллі. Частинний розв'язок цього рівняння при початковій умові m=0 при t=0 має вигляд:

$$m(t) = \frac{M_0 r}{r - k}(e^{-kt} - e^{-rt}).$$

Графік залежності $m(t)$ подано на рис. 2.26. Досить корисним для глибшого розуміння та кращого засвоєння цієї складної і водночас дуже важливої (не лише для студентів-фармацевтів, а й студентів будь-якого факультету медичного університету) теми використовуємо комп'ютерне моделювання. Розроблена разом зі студентами в *Delphi* програма дає змогу наочно представити отримані результати при різних значеннях параметрів, що входять у рівняння (k, Q, r, m_0).

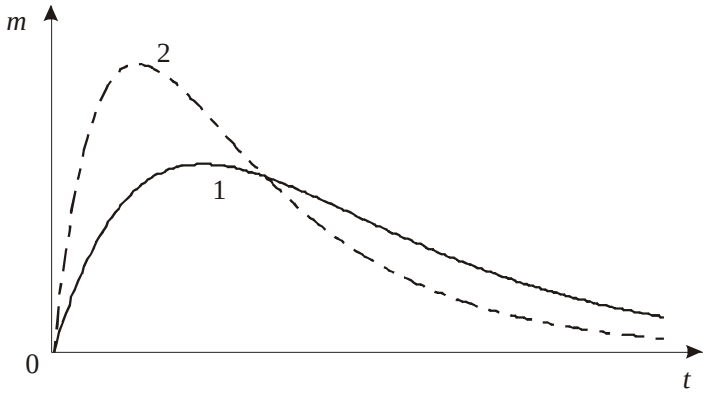


Рис. 2.26. Зміна маси лікарського препарату з часом (однокамерна фармакокінетична модель з депо) прирізних значеннях коефіцієнта всмоктування: 1 – r_1 ,2 – r_2; $r_2 > r_1$

Студенти мають змогу змоделювати різні ситуації, надаючи різних значень параметрам k та m_0 (рис 2.27). Розроблена під керівництвом викладача програма дає можливість як графічного, так і табличного подання результатів (див табл. у верхній лівій частині рис. 2.27.)

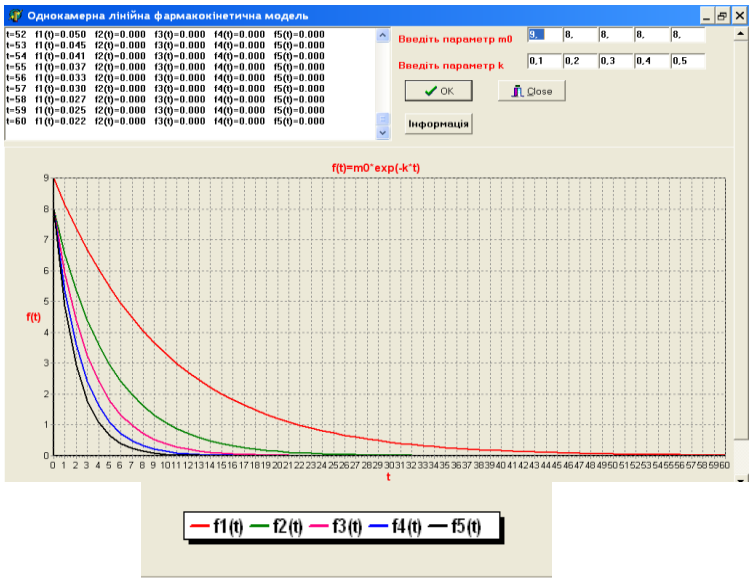


Рис. 2.27. Зміна маси лікарського препарату з часом при різних значеннях сталої елімінації k та початкової маси m_0 (ін’єкція в кров)

При інтерпретації результатів важливо звернути увагу на зміст константи *k* – сталої елімінації. Студенти можуть самостійно встановити, за який проміжок часу концентрація лікарського препарату зменшується в *e* разів. При цьому способі введення цікаво прослідкувати залежності *m (t)* за умови, що константа елімінації змінює своє значення, і розглянути, як із плином часу змінюється маса, а отже і концентрація лікарського препарату у суб'єктів із різними значеннями сталої елімінації при однаковій початковій масі препарату m_0 .

Рівняння, що описує введення лікарського препарату за допомогою крапельниці (інфузією), містить три константи: *k*, *Q* та m_0, які можуть набувати різних значень (рис. 2.28).

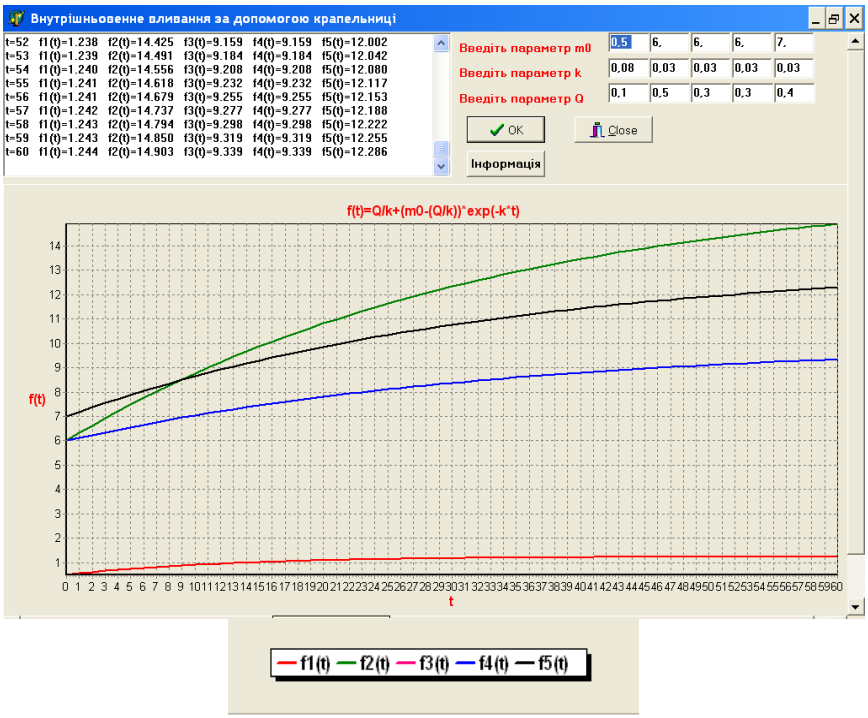


Рис. 2.28. Зміна маси лікарського препарату з часом при різних значеннях сталої елімінації *k*, початкової маси m_0, та швидкості введення *Q* (спосіб уведення – інфузія)

Цікаво з фахової точки зору дослідити, як змінюється характер залежності *m(t)* при зміні *k*, *Q* та m_0. Зв'язок між швидкістю введення препарату та рівноважною (оптимальною) концентрацією не є очевидною істиною для студента. Практика засвідчила доцільність моделювання процесу, у якому *Q* – змінна величина. Студент має самостійно дійти висновку, що для досягнення оптимальної (такої, що дає лікувальний ефект) концентрації швидкість введення повинна бути рівною $Q = km_{опт}$

$= kc_{опт}$ V. Тут виникає розуміння важливих у практичній діяльності аспектів. Наприклад, при неправильно підібраній швидкості введення препарату інфузією може мати не бажаний (лікувальний), а цілком протилежний ефект.

Цікавим та важливим із професійного погляду є створення комп'ютерної моделі, яка поєднувала б перші два способи: додаткова разова доза, що вводиться ін'єкцією в кров, та інфузія. Якщо вибрати $Q = km_{опт} = kc_{опт}V$ і при цьому $m_o = m_{опт}$, то оптимальна концентрація лікарського препарату може бути встановлена практично миттєво і зберігатиметься незмінною як завгодно довго. Цей висновок можна отримати як шляхом логічних міркувань та нескладних математичних викладок, так і шляхом підбору параметрів у відповідній комп'ютерній моделі.

Зупинимось на особливостях комп'ютерної моделі, адекватної до третього способу введення лікарських препаратів. Аналізуючи особливості графіка (точки перегину, екстремуму, асимптоти), важливо звернути увагу на те, що максимальна концентрація досягається у момент часу

$$t_{max} = \frac{\ell n\, r/k}{r-k}\ .$$

Пропонується за допомогою комп'ютера отримати залежність $m(t)$ для різних значень констант r та k (рис. 2.29.).

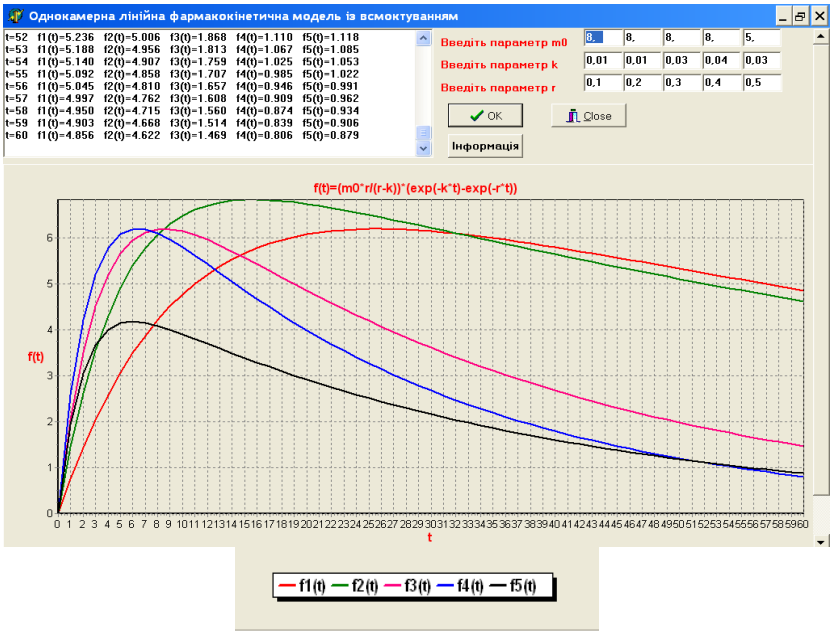


Рис. 2.29. Зміна маси лікарського препарату з часом при різних значеннях сталої елімінації k, початкової маси m_0, та швидкості всмоктування r (однокамерна лінійна фармакокінетична модель з депо)

Варіюючи ці параметри студенти моделюють важливі для професійної діяльності ситуації, аналізують залежність величини t_{max} від r та k та зміну тривалості проміжку, протягом якого концентрація є оптимальною і забезпечує лікувальний ефект.

Особливо цікавими у медичній практиці є залежності $m(t)$ при різних швидкостях всмоктування (різних значеннях константи r). Такий підхід дає можливість отримати моделі, адекватні до процесів, що реалізуються при прийомі швидкодіючих препаратів, наприклад, "шипучих таблеток" – ліків із додаванням бікарбонату натрію, звичайних препаратів та препаратів пролонгованої дії.

Запропонований, розроблений та апробований нами підхід має ряд істотних переваг над традиційними.

Насамперед завдяки комп'ютерному моделюванню забезпечується реалізація діяльнісного підходу. Власноруч змінюючи параметри, студент моделює реальні ситуації і має змогу оцінити вплив кожного з параметрів на хід процесу, що відбувається в організмі при введені лікарських препаратів. Тобто, в даному випадку знання здобуваються через діяльність, яка спирається на те, що більшість студентів вміє і любить робити (маємо на увазі роботу з комп'ютером по моделюванню різних ситуацій), завдяки такій практичній діяльності студенти отримують важливі у професійній роботі знання та уміння.

Запропонований діяльнісний підхід до вивчення складної, але важливої в професійній діяльності теми, базується на принциповій єдності внутрішньої та зовнішньої діяльності людини, і забезпечує інтелектуальний розвиток студента через інтеріоризацію, тобто через перехід зовнішньої діяльності у внутрішній інтелектуальний аспект. Таким чином усувається суперечність між особистісно орієнтованою природою оволодіння знаннями та функціонально-знаннєвою орієнтацією традиційних методів навчання. Опанування знань відбувається поетапно (відповідно до теорії поетапного формування розумових дій Н. Ф. Тализіної).

1. Попереднє знайомство і створення орієнтованої основи дії.

2. Матеріалізована дія. Студент моделює фармакокінетичний процес відповідно до інструкції (зовнішньої матеріалізованої форми).
3. Етап зовнішнього та внутрішнього мовлення. Після виконання декількох однотипних дій студент самостійно формулює ту дію або операцію, яку планує виконати, що сприяє подальшому аналізу та узагальненню.
4. Етап автоматизованої дії. Цей етап свідчить, що дія інтеріоризувалась, перейшла на внутрішній план і немає потреби в зовнішній опорі.

По-друге, важливою є наочність даного підходу, адже людина основну частину інформації сприймає візуально. Цей метод дає змогу складний природний процес представити доволі просто: графічно отримані залежності красномовно свідчать про зміни маси лікарського препарату в організмі при різних методах введення та різних значеннях параметрів, що характеризують процес, який розглядається. Таким чином вирішується проблема доступності при поданні складного навчального матеріалу.

По-третє, студенти мають глибше оволодіти одним із сучасних методів наукового пізнання – методом комп’ютерного моделювання, який має однакові основні етапи при використанні його у різних наукових галузях. Першим етапом моделювання є формалізація, тобто формулювання проблеми у термінах певної наукової теорії; другим – її розв'язання відповідними математичними, фізичними та іншими методами, третім – інтерпретація отриманого розв'язку.

Як показує педагогічний досвід, найскладнішим для студентів є етап створення моделі. Для його здійснення необхідні вміння проводити аналіз та синтез, співвідносити вихідні поняття з вибраними математичними чи фізичними еквівалентами, виділяти істотні закономірності та характеристики, вміння використовувати наукову термінологію та інші елементи математичної та фізичної культури.

Значні труднощі виникають і на інтерпретаційному етапі, для реалізації якого студентам необхідні:

– уміння переходити від загальних тверджень до частинних;

– розуміння природи отриманих розв'язків;

– оволодіння методами перевірки отриманих розв'язків на відповідність до параметрів досліджуваного об'єкта чи процесу;

– уміння оцінювати точність та надійність результатів.

До переваг комп'ютерного моделювання слід також віднести створення передумов диференційованого підходу – кожен студент має можливість вибрати власну траєкторію та темп оволодіння навчальним матеріалом.

Таким чином, використання елементів моделювання сприяє розв'язанню важливих педагогічних завдань, а саме:

– сприяє виробленню інтеграційної спрямованості фізичних та математичних знань (завдяки розв'язанню фахово значущих проблем методами математики та фізики);

– розширює можливості використання діяльнісного підходу в навчанні;

– сприяє забезпеченню професійної спрямованості курсу;

– формує загальнонаукову культуру;

– підсилює та інтегрує міжпредметні зв'язки.

Можна стверджувати, що в навчальному процесі метод моделювання виступає як основа синтезу фундаментальних наукових та фахових знань і є невід'ємною частиною дидактики фундаментальної навчальної дисципліни в професійній освіті.

2.5. Особистісно орієнтована модель вивчення фізико-математичних дисциплін

Основним принципом освітньої моделі XXI століття є гуманістична спрямованість: повага до особистості та сприяння її розвитку [355]. Стратегічна перспектива освіти пов'язується не з досягненням утилітарних цілей тих чи інших проектів оновлення системи навчання, а з кардинальними перетвореннями самої філософії орієнтирів. Метою освіти є розвиток індивідуальних інтелектуальних здібностей; індивід повинен оволодіти способами набуття знань та навичок, вмінням логічно мислити, засвоювати та використовувати набуту інформацію. Однією з умов реалізації основних принципів освітньої реформи є перехід до особистісно орієнтованої освіти. На загальнодидактичному рівні особистісно

орієнтовані технології навчання достатньо обґрунтовані як вітчизняними ученими [25, 210, 238, 241, 250], так і зарубіжними [84, 283, 286, 393, 402, 403, 409]. Проте наукова думка ще не дала однозначної й аргументованої відповіді на запитання про сутність психолого-педагогічних умов, які забезпечують процес розробки й упровадження особистісно орієнтованих технологій у систему вищої медичної освіти. І причин такого стану речей, як показали дослідження, декілька: звичка до використання спрощеної адаптивно-дисциплінарної моделі, недостатній рівень психологічних знань переважної більшості викладачів, надання пріоритету навчанню над учінням, орієнтація на провідну роль викладача. Тому система освіти у вищих медичних навчальних закладах базується, здебільшого, на суб'єктно-суб'єктному підході. Важко змінити сформовану потокову технологію підготовки фахівців і привести її у відповідність не тільки до вимог суспільства, що є надзвичайно динамічними, а й до індивідуальних здібностей студентів.

Дослідження людської психології стало невід'ємним елементом постклассичної освіти. Обґрунтування методологічних основ дослідження, розробка засад особистісно орієнтованого навчання дисциплін фізико-математичного циклу в системі вищої медичної освіти вимагає теоретичного аналізу психолого-педагогічної літератури та диференціації основних напрямків дослідження.

На чому ж базується особистісно орієнтована освіта? Який зміст у сучасній психології та педагогіці вкладають у термін "особистість"? Щоб розібратися у дефініціях, звернімось до теорій особистості, насамперед, до тих, у яких досліджувалися здорові, креативні індивідууми та приділялася значна увага проблемам навчання.

Згідно з А. Маслоу, "найголовніше – це тверда віра в те, що у людини є власна сутнісна природа, деякий скелет психологічної структури, яку можна обговорювати аналогічно до структури фізичної; що вона володіє природженими потребами, здібностями й тенденціями, деякі з них характерні для всього людства в цілому, перетинають всі культурні лінії, а деякі індивідуально-унікальні. Ці потреби за своїм типом не злі, а добрі чи нейтральні" [417]. Тобто зовнішніми проявами сутнісної природи є потреби та здібності. Різноманітні теорії мотивації вчені розподіляють на

дві категорії: змістові (теорія потреб Туган-Барановського, ієрархія потреб Маслоу, теорія потреб Маккеланда, двофакторна теорія Герцберга); процесуальні (теорія очікувань Врума, теорія справедливості, комплексна процесуальна теорія Портера і Лоулера);

За визначенням Г. Меррея, “Потреба – це конструкт, яким позначають силу, що діє в мозку, силу, яка організує перцепцію, апперцепцію, інтелектуальну діяльність, довільні дії таким чином, щоб наявна невдоволеність трансформувалась у певному напрямку. Інколи потреба спричиняється певними внутрішніми процесами..., але частіше (у стані готовності) – появою одного або декількох ефективних тисків (сил середовища)” [418]. Г. Меррей розрізняє потреби: первинні (вісцерогенні), які пов'язані з певними органічними явищами й фізичним задоволенням, та вторинні, чи психогенні, які виходять із первинних, але їм не притаманний явний зв'язок із деякими органічними явищами й фізичним задоволенням (потреби в досягненнях, визнанні, автономії, повазі); явні й приховані; фокальні й дифузні; проактивні (переважно внутрішньо детерміновані) й реактивні (активізуються за наявності деякого стимулу); процесуальна активність; модальні потреби, які передбачають здійснення дечого, але на певному якісному рівні.

За певних обставин завдяки певній лінії поведінки можна задовольнити чималу кількість потреб, у такому випадку можна говорити про змішування потреб. Важливий різновид взаємодії потреб описується поняттям субсидії. Субсидуюча потреба – це така, що слугує задоволенню іншої. Відстеження ланок субсидації є важливим як для виявлення домінантних мотивів індивіда, так і для встановлення та актуалізації субсидуючих потреб. Освіта взагалі та набуття конкретних знань з певних дисциплін зокрема є, як правило, проявами реалізації субсидуючих потреб.

Поведінка людини в певний момент визначається не будь-якими чи всіма можливими мотивами, а тим найвищим мотивом ієрархії, який у даних умовах найближче пов'язаний із перспективою досягнення відповідного цільового стану, тобто важливою є проблема актуалізації мотивів – проблема виділення ситуаційних умов, що приводять до відповідної актуалізації.

Автори і послідовники організмічної теорії (К. Гольдштейн, А. Маслоу, А. Ангьял, Г. Меррей, К. Юнг, З. Фройд, Г. Олпорт, К. Роджерс), яка фокусується на особистості як на цілісній єдиній системі, вважають, що індивід мотивується не багатьма, а одним головним мотивом. Назва цього мотиву – **самоактуалізація** чи **самореалізація:** люди постійно намагаються реалізувати свої вроджені потенції всіма можливими й доступними способами. Те, що виглядає як окремі драйви (влада, допитливість), є лише проявом головної сили життя – самоактуалізації. Задоволення будь-якої окремої потреби виходить на авансцену тоді, коли воно є передумовою для самореалізації всього організму. Самоактуалізація – творча тенденція людської природи. Вона – основа розвитку й удосконалення організму. Невіглас, який прагне до знань, відчуває внутрішню пустоту, переживає відчуття власної неповноти. Читання та навчання задовольняють потребу в знаннях і пустота зникає – учення займає місце невігластва. Так виникає нова людина. Хоча індивід є відкритою системою, існує тенденція мінімізації директивного впливу зовнішнього середовища. Організм відбирає ті властивості середовища, на які він реагуватиме, і лише за виняткових обставин може поводити себе так, як це невластиво його природі. У цілому послідовники організмічної теорії вважають, що організм, якщо дозволити йому розвиватися призначеним чином та у відповідній обстановці, прийде до розвитку здорової цілісної особистості. В організмі немає нічого вродженого “поганого”; він стає “поганим” через неадекватне оточення. Повністю здоровий, нормальний і бажаний розвиток полягає в актуалізації та реалізації своїх можливостей, у русі до зрілості по тих стежинах, на які вказує людська природа, швидше внутрішня, ніж сформована під дією зовнішніх сил.

Хоча за своєю природою самоактуалізація – універсальний феномен, ті специфічні цілі, до яких прагнуть різні особистості, є різними, оскільки люди мають різні внутрішні потенції, відрізняються соціальні та культурні умови, до яких особистість повинна пристосовуватися і з яких отримує все необхідне для розвитку.

Вершиною розвитку суб’єктно-індивідуального підходу у сучасній філософії є герменевтика, яка інтегрує в собі антропоцентричну та натуроцентричу моделі освіти. Послідовники герменевтики вважають, що найважливішим з того, що надає

освіта, є здатність орієнтуватися у реальному світі, а не наявність тих чи інших знань. Герменевтика допускає наявність перед-знання, перед-розуміння, наявність природної емоційної орієнтованості, яка має, можливо, вроджений характер. Мета педагогічного процесу – розкрити повною мірою те, що закладено природою, водночас герменевтика (на відміну від натуроцентристів) великого значення у формуванні особистості надає вихованню. Герменевтичний підхід близький до гуманістичного напрямку у філософії освіти (П. Херст, Д. Вільсон, Р. Пітерс, М. Уорнок, Л. Кольберг, А. Харріс), оскільки за такого підходу вважається, що для розуміння людини потрібно усвідомити мотиви її поведінки та нормативно-ціннісні установки.

При розробці засад особистісно орієнтованого навчання доцільно скористатися досвідом навчання дорослих, накопиченим в андрагогіці. Хоча навряд чи правильним буде застосування терміну “доросла людина” до студента-першокурсника, проте використання багатьох ідей та методів андрагогіки цілком виправдане. На думку відомих андрагогів (П. Джарвіса, М. С. Кноулса, Р. Сміта), до найсуттєвіших передумов навчання дорослих потрібно віднести те, що доросла людина має значний життєвий досвід, який використовується нею як важливе джерело навчання; дорослий чітко усвідомлює зміст своєї діяльності, розуміє, що навчається для досягнення важливої життєвої особистої цілі, поставленої ним самим; він розраховує на невідкладне застосування отриманих знань, навичок, умінь та якостей.

У своїх міркуваннях андрагоги виходять з основних принципів недирективного навчання, сформульованих К. Роджерсом. Суть цих принципів [359]:

- навчання є найуспішнішим тоді, коли предметна сфера сприймається студентом як така, що має безпосереднє відношення до його особистих інтересів;
- найуспішніше навчання – навчання через діяльність;
- розділена із студентом відповідальність полегшує процес навчання;

– найглибшими й довготривалими є знання, при створені яких був задіяний не тільки інтелект, а й емоції студента;
– самостійність і творчість легше проявляються при провідній ролі самооцінки й самокритики;
– у сучасному світі найголовніше уміння – уміння вчитися, залишатися відкритим для набуття досвіду і зберігати здатність змінюватися.

Корисним у цьому аспекті є синергетичний підхід, який дає змогу виробити деякі загальні підходи до освіти та навчання. Синергетичні принципи не тільки переорієнтовують освіту на особистість, розглядаючи навчання як стимулююче, відкрите співробітництво з іншими людьми та із самим собою, але й на основі принципів самоорганізації складних систем допомагають знаходити нові способи керування складними системами, відкривають можливість прогнозувати непередбачуваність, неоднозначність педагогічних впливів. Це важливо, оскільки при особистісно орієнтованому навчанні свобода вибору стає одним із дидактичних принципів. Ця свобода стосується насамперед вибору власної траєкторії навчання, а отже, вибору освітніх програм, курсів, викладача.

Однією з проблем при реалізації суб’єктно орієнтованого навчання є жорстка регламентація, яка обмежує ініціативу, творчість, пізнавальні інтереси. Низький рівень пізнавальних інтересів студентів – один із найважливіших показників недостатньої ефективності традиційної системи освіти. Свобода вибору забезпечує можливість їх індивідуалізації відповідно до потреб та можливостей студента. Освітня програма не повинна стримувати розвиток особистості, обмежувати її право на успіх, пред'являти нереальні вимоги, прирікаючи на постійні невдачі. Процеси особистісного росту вимагають постійної готовності до ризику. Люди часто сумніваються і навіть бояться своїх здібностей, болісно реагують на депрівіацію власних потреб, тим самим зменшуючи шанси самовдосконалення.

Свобода вибору означає відповідальність за зроблений вибір. Освітні заклади відповідають за створення умов, які б забезпечували ситуацію успіху. Така індивідуалізація освітніх проблем можлива при відмові від орієнтації на однакові

обов'язкові результати для всіх. Диференціація результатів навчання можлива за двома напрямками:

– рівнем навчання;

– термінами досягнення однакового рівня.

У вітчизняній практиці незаслужено ігнорувався другий із зазначених напрямків, хоча, на наш погляд, в умовах спеціальної (фахової) освіти він є важливішим. Студент повинен жорстко звітувати по кожній дисципліні, однак, термін її вивчення може бути різним, залежно від ряду чинників і насамперед від індивідуальних когнітивно-психологічних особливостей суб'єкта. Введення системи кредитів дозволяє студенту вибирати власну траєкторію навчання. Така структура організації навчання дозволяє динамізувати вищу школу. Адже основною метою модульно-рейтингової системи є персоніфікована творча навчально-пізнавальна діяльність студентів.

Таким чином, найважливіше знайти, підтримати та розвинути (а не сформувати чи виховати) закладені в людині механізми, які необхідні для самореалізації, саморозвитку цілісної, соціально адаптованої особистості.

При побудові методичної системи особистісно орієнтованого навчання фізико-математичних дисциплін у медичному університеті ми спиралися на узагальнену модель М. Холодної [361], яка базується на аналізі ментальних структур і виокремлює три рівні досвіду та чотири аспекти роботи індивідуального інтелекту, кожний з яких має своє призначення:

1. Когнітивний досвід – це ментальні структури, які забезпечують зберігання, впорядкування та перетворення інформації. Їх основне призначення – оперативна переробка поточної інформації про актуальні впливи на різних рівнях пізнавального відображення.
2. Метакогнітивний досвід – це ментальні структури, які дають змогу регулювати інтелектуальну діяльність. Основне призначення – контроль за станом індивідуальних інтелектуальних ресурсів, а також за процесами переробки інформації.

3. Інтенціональний досвід – це ментальні структури, які лежать в основі індивідуальних інтелектуальних нахилів. Їх основне призначення – формування суб'єктивних критеріїв вибору стосовно певної предметної галузі, спрямування пошуку рішень, джерел інформації та способів її переробки.

При оцінюванні індивідуального інтелекту доцільно брати до уваги чотири аспекти його роботи: як людина переробляє інформацію (I рівень); чи може вона контролювати роботу свого інтелекту (II рівень); чому саме так і про це вона думає (III рівень); як вона використовує свій інтелект (IV рівень).

Когнітивний досвід складають: способи кодування інформації, архетипічні структури, когнітивні схеми, семантичні структури та поняттєві структури, які є результатом інтеграції всіх зазначених базових механізмів опрацювання інформації. Зупинимося детальніше на деяких ментальних структурах, враховуючи їх значущість у процесі навчання.

Способи кодування інформації – суб'єктивні засоби, за допомогою яких людина відображає в своєму досвіді навколишній світ і використовує в подальшому з метою організації цього досвіду. У структурі зрілого інтелекту переробка інформації одночасно здійснюється як мінімум в системі трьох модальностей досвіду: 1) через знак (словесно-мовний спосіб кодування інформації); 2) через образ (візуально-просторовий спосіб кодування інформації); 3) через чуттєве враження з домінуванням тактильного сприйняття (дієвий або чуттєво-сенсорний спосіб кодування інформації). При розроблені авторської методичної системи ми враховували, що однією із суперечностей традиційної освіти стало перетворення слова в провідний засіб інтелектуального спілкування при ігноруванні двох інших, не менш важливих для інтелектуального розвитку способів накопичення знань – візуально-просторового та діяльнісного.

Когнітивна схема – це узагальнена стереотипна форма зберігання набутого в певній предметній галузі досвіду [361, с.113]. Суть проблеми вичерпно сформулював П.Я. Гальперін [76, с. 24]: "всі здобутки в процесі навчання можна розділити на дві нерівні частини. Одну складають нові загальні схеми речей, які обумовлюють нове їх бачення і нове мислення про них, іншу – конкретні факти та

закони з певної галузі знань, конкретний матеріал науки". Тільки в тому випадку, коли в навчальному процесі створюються реальні умови для "формування тих узагальнених схем дійсності, які … стають об'єднуючими схемами окремих дій, новими структурами мислення" [76, с.24], можна говорити, що при такому навчанні набуття знань відбувається водночас з інтелектуальним розвитком. Слід зауважити, що за відсутності або неадекватності необхідної когнітивної схеми, неможливим стає повноцінне засвоєння відповідних понять у силу помилки співвіднесення конкретного об'єкта та категорії. Радикальною в оцінюванні ролі когнітивних схем є думка У. Найссера про те, що "види інформації, для яких у нас відсутні схеми, ми просто не сприймаємо " [236, с. 105].

Синтезом уявлень про когнітивні схеми та індивідуальні інтелектуальні можливості є "теорія конструктивних операторів" Дж. Паскуаля-Леона [423, 424]. Для оцінювання індивідуального інтелекту в контексті цієї теорії важливо знати, яким набором схем володіє людина і яка кількість ревалентних схем може бути актуалізована в даний момент часу для даної проблемної ситуації.

Поняттєві структури – інтегральні когнітивні структури, які згідно з висновками Л.С. Виготського, характеризуються, з одного боку, виокремленням та співвіднесенням деякої множини різнорівневих семантичних ознак об'єкта, з іншого – включенням у систему зв'язків з іншими поняттями. Тобто характеризуються включенням різних способів кодування інформації, ієрархічним характером організації семантичних ознак, наявністю схем різного ступеня узагальнення. Л.С. Виготський вважав, що утворення понять є визначальним у процесах інтелектуального розвитку, оскільки "саме утворення понять є основним ядром, навколо якого розміщені всі зміни в мисленні" [73, с. 53]. У міру формування поняттєвого мислення не лише відбувається перебудова зв'язків між окремими пізнавальними функціями, а спостерігається також зміна природи кожної з пізнавальних функцій. Наприклад, запам'ятовування перестає залежати лише від фізіологічних можливостей, а перетворюється у сплав пам'яті та мислення. Формування понять пов'язане з докорінною перебудовою інтелектуальної діяльності і є ланкою, що забезпечує якісно новий тип пізнавального відношення

особистості до навколишнього світу. Із врахуванням інтегральної природи понятєвих структур можна зрозуміти особливості мислення А. Ейнштейна, який, за його висловом, "мислив зоровими відчуттями", а І. М. Сєченов, за його ж словами, "мислив м’язовими відчуттями" .

Організація особистісно орієнтованого навчання передбачає диференціацію підходів відповідно до інтелектуальних можливостей суб’єкта навчального процесу. У моделі М. Холодної виділено чотири типи інтелектуальних здібностей відповідно до чотирьох основних аспектів функціонування інтелекту: конвергентні здібності, дивергентні здібності (креативність), научуваність та пізнавальні стилі. Кожна з інтелектуальних здібностей розглядається як властивість інтелекту, що є похідною стосовно особливостей складу та структури індивідуального ментального досвіду.

Конвергентні здібності проявляються у показниках ефективності процесу переробки інформації, насамперед, у показниках правильності та швидкості знаходження єдиної можливої (нормативної) відповіді в умовах заданої ситуації. Таким чином, конвергентні здібності характеризують адаптивні можливості інтелекту в регламентованих умовах діяльності і можуть бути подані трьома властивостями інтелекту:

– рівневими властивостями інтелекту, які проявляються в пізнавальних відображеннях (сенсорні відмінності, швидкість сприйняття, обсяг оперативної та довготривалої пам'яті, концентрація та розподіл уваги, обізнаність у предметній галузі, категоріально-логічні здібності, словниковий запас тощо) і діагностуються за допомогою інтелектуальних шкал Векслера та Амтхауера;
– комбінаторними властивостями інтелекту, що характеризують здатність виявляти різного роду зв’язки, співвідношення та закономірності (в широкому розумінні – здатність комбінувати власні знання та елементи проблемної ситуації), такі властивості виявляють за допомогою тестів вербальних аналогій, "прогресивних матриць" Равена, тестів категоризації, тестів на розуміння тексту;

– процесуальними властивостями інтелекту, які характеризують елементарні процеси переробки інформації, прийоми та стратегії інтелектуальної діяльності (на сьогодні практично відсутні тести, які б діагностували дані властивості інтелекту). Як процесуальні властивості інтелекту розглядались мисленнєві операції (С. Л. Рубінштейн, А. В. Буршлинський) та розумові дії (Л. А. Венгер, Н. Ф.Тализіна, Ю. В. Карпов). Оцінювання інтелектуального розвитку таким чином пов'язувалось зі сформованістю операцій аналізу, синтезу та узагальнення в процесі розв'язування задач, а також із сформованістю основних розумових дій (перцептивних, мнемічних, мисленнєвих).

Дивергентні здібності (креативність) характеризують здатність породжувати різноманітні оригінальні ідеї в нерегламентованих умовах діяльності. У широкому розумінні слова, креативність – це творчі інтелектуальні здібності, у тому числі здатність привносити нове у наявний досвід (Ф. Баррон), здатність породжувати оригінальні ідеї в умовах дозволеного чи постановки нових проблем (М. Уаллах), здатність усвідомлювати недоліки та протиріччя, а також формулювати гіпотези стосовно елементів, яких бракує (Е. Торренс), здатність відмовлятися від стереотипних способів мислення (Дж. Гілфорд). Як критерії креативності доцільно розглядати комплекс певних властивостей інтелектуальної діяльності: лабільність (кількість ідей за одиницю часу), оригінальність, сприйнятливість (чутливість до незвичних деталей, суперечностей, гнучкість при переході від однієї ідеї до іншої), метафоричність (здатність використовувати символічні, асоціативні засоби, вміння в простому бачити складне і в складному – просте).

Научуваність при широкому трактуванні розглядається як здібність до засвоєння нових знань та способів діяльності. У вужчому трактуванні – це величина і темп приросту ефективності інтелектуальної діяльності під дією тих чи інших навчальних впливів. Поняття про научуваність як прояв рівня інтелектуального розвитку виникло у контексті поняття "зона найближчого розвитку" Л.С. Виготського. Розуміння провідної ролі навчання в розумовому розвитку дало змогу сформулювати чітку позицію: оцінювання рівня "актуального розвитку" інтелекту є

недостатнім для оцінювання його інтелектуальних можливостей. Формування в зоні найближчого розвитку нових інтелектуальних механізмів залежить від багатьох чинників: і від характеру навчання, і від творчої самостійності. Розроблення тестів научуваності тільки розпочинається, механізми індивідуальних відмінностей у научуваності поки що не з'ясовані. Однак погляди провідних психологів різних країн сходяться на тому, що реальний інтелектуальний потенціал можна оцінити за наявності двох факторів – навчання (бажано індивідуалізованого та якісного) та самоосвіти (у вигляді активної творчої самостійної роботи).

Поняття *"пізнавальний стиль"* акцентувало увагу дослідників на індивідуальних відмінностях у способах вивчення реальності. У сучасній психології розрізняють чотири типи стильових особливостей інтелекту: стилі кодування інформації – індивідуальні способи подання інформації залежно від домінування модальності досвіду (слухової, зорової, кінестетичної тощо), когнітивні стилі – способи переробки інформації про актуальну ситуацію (оцінювання, аналіз, способи сприйняття, категоризація тощо), інтелектуальні – індивідуальні способи постановки та розв'язання проблем (проявляються у виборі професії та в пріоритетних способах розв'язання професійних проблем), епістемологічні стилі – проявляються в особливостях "індивідуальної картини світу" (Дж. Ройс розрізняє три епістемологічні стилі – емпіричний, раціоналістичний та метафоричний).

Реалізація особистісно орієнтованого підходу в освіті, на нашу думку, передбачає розвиток всіх зазначених видів інтелектуальних здібностей: конвергентних, дивергентних (креативність), научуваності та пізнавального стилю.

Важливим у цьому аспекті є формування процесуальних умінь. Навчальний процес має бути спрямованим не лише на передачу знань та формування вмінь їх відтворювати, а й на розвиток мислення та інтелектуальних здібностей, на формування компетенцій, вмінь аналізувати та прогнозувати свою діяльність. Зміст навчальної дисципліни має містити не лише інформаційну складову, а також і складові, які сприяють розвитку, формують духовно-емоційні цінності. Такими є творчі завдання, тобто такі, що не можуть бути розв'язані на репродуктивно-

інформаційному рівні. До них відносять творчі задачі, написання есе, ситуативні та пошукові задачі, наукові проекти тощо.

Багато дослідників вважає, що особистісно орієнтована освіта має базуватися на такій організації взаємодії між учнем і педагогом, при якій створюються оптимальні умови для розвитку у суб'єктів навчання здатності до самоосвіти, самонавчання, саморозвитку, самостійності та самореалізації. Особистісно орієнтоване навчання базується на створені таких ситуацій, які вимагають активної мисленнєвої діяльності, творчості, ініціативи. Перший президент Академії наук України В. І. Вернадський вважав, що пусковим механізмом для генерації нової інформації є отримання деякого імпульсу ззовні, і визначальна роль тут, на його думку, належить стосункам "бінарно-асиметричних і разом з тим єдиних структур". Для функціонування інтелекту завжди потрібен інший інтелект. Викладач і повинен створити по відношенню до студента ту плодотворну бінарно-асиметричну структуру, в якій генеруватимуться необхідні для мисленнєвої діяльності імпульси. Однією з основних ідей навчально-виховного процесу є ідея діалогічності. Педагог повинен показувати логіку своїх міркувань, зробити відкритим процес власного тлумачення наукових та світоглядних проблем. Розуміння народжується там, де виникає рефлекторне питання: а як був отриманий даний результат? Завдання вчителя – навчити учня дійти до істини самому, а не репродукувати чужі, нехай і геніальні, ідеї.

Враховуючи відому психологічну закономірність єдності свідомості та діяльності, обґрунтовану С. Рубіншейном, доцільно говорити про принцип єдності особистісного та діяльнісного [272]. На цю ж єдність вказував Б. Г. Ананьєв, який відзначав, що відображаючи та пізнаючи навколишній світ у процесі діяльності, людина творить і свій внутрішній світ, який, у свою чергу, спрямовує, регулює і активізує його діяльність. Внутрішній світ та міра напруженості його роботи (переробка досвіду, вироблення власної позиції та переконань, шляхів самовизначення), вважав він, є показником духовного багатства індивідуальності.

Як зазначають учені (Л. Ліма, С. Стоунз та інші), сфера вищої освіти за своїм складом і якістю педагогічного корпусу сьогодні не відповідає таким принципам

розвитку соціальної системи, як професіоналізм та динамічність. Вони вказують на функціональну неграмотність викладачів як головну причину низького рівня освіти. Саме з цієї причини, на їхній погляд, нова освітня парадигма потребує індивідуально орієнтованого стилю навчання. Сучасному навчальному закладу потрібен „лабільний, спроможний до саморозвитку і самовизначення в ситуації, що постійно змінюється, відкритий до соціального замовлення освіти ” [цит. за 66] викладач. Це важливо також і з огляду на те, що освітні технології у вищій школі розв'язують два принципово різні завдання. Перше містить звичні завдання методики викладання, які актуальні не лише для професійної освіти. Їх ціль – засвоєння навчального матеріалу. Друга – характерна лише для вищої школи і зумовлена актуальною для вищої школи проблемою адаптації досягнень сучасної науки в курс навчальної дисципліни. Це породжує велику кількість важливих педагогічних проблем, які розв’язати під силу лише викладачам, що ведуть активну наукову роботу. Принциповим у цьому аспекті є поєднання у вищій школі освіти та наукових досліджень.

Досягнення стратегічної мети освіти, а саме: розвиток індивідуальних здібностей, можливість самореалізації та самоактуалізації потребує розгляду ще одного важливого аспекту – формування культури ринкової самоорганізації. Аналізуючи освітні процеси в економічному контексті, В. В. Кремень зазначає: „Ми знаходимося в полі домінанти економічного виміру всіх аспектів соціокультурного життя. Економіка сьогодні – суддя всіх політичних та соціальних проблем та протиріч, які постали перед людиною та суспільством" [187]. Економічний вимір є закономірним породженням європейського вектора розвитку і найефективнішим способом організації не лише виробництва, а життя взагалі. Українська ж вища освіта "за рідкісними винятками, формуючи фундаментальні знання, аж ніяк не виховує у своїх студентів незалежної культури ринкової самоорганізації, що й виступає нерідко причиною драматичної соціальної фрустрації багатьох випускників наших вищих навчальних закладів, з одного боку, та сумнозвісної "втечі умів" – з іншого" [245, с. 9].

Спрямованість освіти на гармонійний розвиток особистості тісно пов'язана з прогнозуванням цілей освіти, в яких відображаються не тільки індивідуальні, а й конкретні потреби суспільного розвитку, які вимагають інтелектуально-моральної свободи особистості, її ініціативи, відповідальності та професійного зростання. Завдання педагога в аспекті узгодження соціальних і індивідуальних цілей полягає в тому, щоб соціальні цілі зробити значущими для тих, хто навчається. З іншого боку для суспільства найважливішою метою є забезпечення можливостей для самоактуалізації його членів. Такий підхід відповідає принципу стійкого розвитку суспільства та світовим тенденціям розвитку освіти. В. І. Гінецинський [86] відзначає, що педагогічний ідеал визначає вектор перетворення дійсності, і важливо знати, як цінності різних рівнів можна представити в структурі педагогічного впливу, щоб отримати реальний формуючий ефект у конкретних обставинах. До необхідних умов досягнення виховного ефекту потрібно віднести міру узгодженості та конгруентності систем і ціннісних орієнтацій.

Усвідомлення змісту своєї навчальної діяльності студент найчастіше пов'язує з віддаленою перспективою. Завдання викладача – пояснення змісту його діяльності в конкретній ситуації, на окремому навчальному занятті. Викладач допомагає студенту усвідомити потребу в певних знаннях та навичках, чим і стимулює особистість на виконання певних дій. Студенту-медику потрібно показати, що вивчення електродинаміки, наприклад, створює основу для свідомого оволодіння великою кількістю діагностичних методик: кардіографія, реографія, імпеданс-плетізмографія тощо. А диференціальне числення є не тільки тим математичним апаратом, яким користуються при вивченні інших навчальних дисциплін (фізіології, біохімії, біофізики), а який дає змогу отримувати конкретні практичні результати. Прикладом тут можуть бути математичні моделі, створені Г.Марчуком в імунології та епідеміології [216], фармакокінетичні моделі, моделі розвитку популяцій [363] тощо.

Індивідуальний та диференційований підходи до навчання стали характерними уже для 70-х років XX століття, а починаючи з початку 80-х років принципи особистісно орієнтованого навчання складають основу розробки

дидактичних вимог до організації навчального процесу із врахуванням індивідуально-типологічних особливостей студентів. Виникає питання, яким же чином можуть бути визначені індивідуальні інтелектуальні можливості студента? Адже виявити потенціал індивіда, допомогти його реалізувати, усунути соціально небажані конструкти – одна з основних проблем сучасної педагогіки та психології. У педагогічних дослідженнях до недавнього часу вважали, що ядро особистості, її психологічна структура однозначно визначаються характером предметно-практичної діяльності, тобто можуть бути встановлені за "об'єктивними показниками". Однак сутність людини значно багатша, ніж її діяльність, не вичерпується нею, не може бути зведена до неї і з нею ототожнена.

У нашому дослідженні для оцінювання інтелектуальних здібностей використовувались показники успішності інтелектуальної діяльності. Такими показниками є:

– змістово-результативні характеристики інтелектуальної діяльності (для конвергентних здібностей – правильність відповідей, для дивергентних – оригінальність ідей, для научуваності – глибина та міцність засвоєння знань та навичок, для пізнавальних стилів – міра індивідуальності у відображенні ситуації);
– процесуально-динамічні характеристики (для конвергентних здібностей – швидкість відповіді, для дивергентних – кількість ідей, научуваності – темп навчання, пізнавальних стилів – процес побудови пізнавального образу).

Встановлення психолого-педагогічного аспекту проблеми вимагає використання діагностичних (анкетування, інтерв'ювання, бесіда, тестування, самооцінювання та рейтинг, узагальнення незалежних характеристик), обсерваційних (пряме, непряме та тривале спостереження), праксиметричних (аналіз продуктів діяльності) та статистичних методів. Вибір конкретних методик нами здійснювався відповідно до завдань, які були диференційовані за основними напрямками дослідження.

Таким чином, можна стверджувати, що успішна реалізація концепції особистісно орієнтованої освіти можлива при дотриманні певних принципів, а саме:

– свобода вибору може бути забезпечена лише при належному засвоєнні фундаментальних, базових дисциплін, гармонічному поєднанні фундаментальності фахових дисциплін та фахової спрямованості фундаментальних;
– психологія особистості має бути важливим структуротвірним елементом постласичної освіти, у якій особистість – “альфа та омега ” освітнього процесу;
– результатом навчання має бути не тільки і не стільки засвоєння знань, а зміна всього чуттєво-когнітивного досвіду;
– передача знань повинна відбуватись за умови узгодженості зовнішніх впливів з наявними у студента знаннями, досвідом, мотивацією, можливостями тощо;
– сила зовнішніх впливів педагога значною мірою визначається психолого-когнітивною готовністю студента.

Парадигма особистісно орієнтованої освіти зумовлена об'єктивними потребами становлення й розвитку ініціативної, творчої особистості, і її можна розглядати як важливий педагогічний принцип, що відображає сучасні тенденції у системі освіти. Суб'єктна орієнтація освіти вимагає перегляду її найважливіших засобів: змісту та навчальних технологій. Зміст освіти має містити не лише сучасну наукову інформацію, а й забезпечувати розвиток цілісної гармонічної особистості, стимулювати евристичну діяльність, вдосконалювати духовні та моральні якості; навчальні технології мають забезпечити суб’єктно-індивідуальний підхід у навчанні.

2.6. Внутрішньопредметні зв’язки між складовими інтегрованого курсу "Медична та біологічна фізика"

У системі сучасної як вищої, так і загальноосвітньої школи, спостерігається активний пошук та впровадження інноваційних технологій навчання, які базуються на узагальненнях наукових знань різних рівнів та різних галузей (інтегровані курси, сумісне викладання однієї навчальної дисципліни фахівцями різних галузей, навіть сумісне проведення однієї і тієї ж лекції двома чи трьома фахівцями, наукові

інтереси яких лежать у суміжних галузях). Проведене нами на базі медичних університетів дослідження засвідчує наявність тісного кореляційного зв'язку між підвищенням якості професійної освіти майбутнього спеціаліста та ефективною реалізацією між- та внутрішньопредметних зв'язків (дослідження стосувалося як зв'язків між фундаментальними природничо-науковими дисциплінами, зв'язків між природничо-науковими фундаментальними та фахово спрямованими навчальними дисциплінами, так і зв'язків між предметами, що входять до складу "Медична та біологічна фізика"). Водночас аналіз проблеми та експертна оцінка стану вивчення фундаментальних загальноприродничих дисциплін показує, що між- та внутрішньопредметні зв'язки традиційно сприймаються як допоміжний засіб при вивченні конкретної навчальної дисципліни: матеріал однієї дисципліни здебільшого використовується як ілюстративний, прикладний, історична довідка тощо. Недооцінка значення між- та внутрішньопредметних зв'язків у системі освіти перешкоджає реалізації одного з провідних принципів навчання – принципу цілісного розвитку особистості, який є необхідною передумовою її гармонійного розвитку та формування професійної культури. Слід пам'ятати, що історично предметний підхід у навчанні впроваджувався в міру диференціації наук, і сьогодні у систему освіти, відповідно до рівня науково-технічного прогресу, впроваджуються все нові і нові навчальні дисципліни. Це цілком логічно, оскільки саме диференціація забезпечує дотримання таких важливих дидактичних принципів, як принципи доступності та наочності. З іншого боку, одним із негативних наслідків такого процесу є розпорошення наукового знання за окремими навчальними дисциплінами, втрата цілісності, зменшення міцності та глибини засвоєння матеріалу. Найважливішою передумовою компенсацій недоліків предметної системи навчання є саме встановлення внутрішньопредметних зв'язків. Міжпредметні зв'язки здатні, не порушуючи логіки окремих предметів, сприяти глибшому розумінню внутрішньої єдності наукового знання і є одним з ефективних шляхів розв'язання проблеми інформаційного перевантаження.

При встановленні міжпредметних зв'язків нами враховувалися:

– наступність шкільного та вузівського курсів;

– горизонтальні міжпредметні зв’язки – між фундаментальними природничо-науковими дисциплінами;
– вертикальні міжпредметні зв’язки – між природничо-науковими та фаховими, а також фахово спрямованими фундаментальними дисциплінами;
– істина єдність природи.

Дана робота базується на багаторічному досвіді викладання курсу «Медична та біологічна фізика» у медичному університеті. Сучасна біофізика є галуззю, яка знаходиться на перетині багатьох експериментальних і теоретичних дисциплін. Необхідною передумовою успішного засвоєння навчального матеріалу є достатній рівень знань із цих галузей. Це і достатня математична підготовка, знання з біології, хімії, але основою, безумовно, є курс загальної фізики. Психологічні особливості засвоєння знань вимагають чіткого розуміння структури навчальної дисципліни. Психологічні дослідження засвідчують: доки конкретний випадок, окремий факт не буде співвіднесений із загальною структурою, доти вони не можуть бути засвоєні міцно й на тривалий час. Розуміння ж структури можливе лише за умови знання найважливіших законів та принципів, використання яких дасть можливість отримати все розмаїття часткових випадків. Це означає, що навчальний матеріал, відібраний за чіткими критеріями, повинен подаватися так, щоб у свідомості студента вибудовувалися повні й чіткі уявлення про структуру фізичної науки, її основні закони та методи дослідження. Реалізація такого підходу можлива лише на основі вивчення фундаментальних фізичних теорій (молекулярно-кінетичної теорії, квантової механіки тощо) і концентрації навколо них всього іншого навчального матеріалу. Це обумовлює посилення дедуктивних прийомів навчання і, як наслідок, ролі математичних методів при вивченні курсу фізики. Безумовно, використання дедуктивних прийомів та математичного апарату при вивченні фізичних явищ вимагає більших навичок абстрактного мислення. Але ж і сам сучасний фізичний експеримент вимагає від студентів достатньо високого рівня абстрактного мислення. Переважна більшість властивостей фізичних об’єктів, фізичних явищ не може бути сприйнята безпосередньо органами чуттів (поляризація світла, корпускулярні та хвильові властивості світла, характеристики електричного і

магнітного полів тощо). Для їхнього дослідження використовуємо відповідні прилади та пристрої і маємо справу не з самими предметами чи їхніми властивостями, а з проявами їхньої дії на інші фізичні об'єкти, а потім, шляхом певних міркувань, у процесі абстрактного мислення, яке дає змогу побачити загальне у часткових проявах, відокремити істотне від менш важливого, робимо висновки, встановлюємо закономірності. Так, щоб упевнитися, чи світло є поляризованим, ми використовуємо аналізатор, а потім, спираючись на закон Малюса шляхом абстрактних міркувань робимо висновок щодо поляризованості світла. Інший приклад. Досліджуючи дисперсію імпедансу біологічних тканин, як вимірювальний прилад використовуємо осцилограф. Вимірявши амплітуду сигналу на екрані осцилографа та врахувавши, що амплітуда сигналу прямо пропорційна різниці потенціалів на кінцях провідника, а також той факт, що при послідовному з'єднанні сила струму на всіх ділянках однакова, з рівності $\frac{U_R}{R}=\frac{U_Z}{Z}$ знаходимо імпеданс біологічної тканини Z при заданій генератором частоті. Повторивши вимірювання при різних частотах, отримуємо залежність $Z(\nu)$. Знаючи будову біологічних тканин, та проаналізувавши чинники, які зумовлюють дисперсію імпедансу, можна зробити важливі для медика висновки про життєздатність біологічної тканини.

Активне використання математичного апарату, дедуктивного та індуктивного методу досліджень у процесі навчання медичної та біологічної фізики дає можливість підняти мислення студентів на якісно новий рівень і, що не менш важливо для студентів-медиків, значно скоротити обсяги матеріалу для механічного запам'ятовування, звільняючи від необхідності заучувати великі обсяги матеріалу. Багатократне використання загальних принципів та законів при розв'язуванні задач, розгляді окремих часткових випадків сприяє глибшому розумінню механізмів фізичного явища і оволодінню загальними прийомами логічного мислення. Як зазначав академік А. Йоффе, знання механізмів фізичних явищ спрощує та полегшує засвоєння фізики, дає відчути змогу самостійно розібратися в різноманітних проявах елементарних актів та передбачити зміни, які відбуватимуться в навколишньому

середовищі за певних умов [147]. Окрім цього, в ході інтеграційних процесів "відбувається посилення взаємозв’язків, краща організація частин та компонентів системи діяльності, що веде до виникнення нового, системного, чи як його ще називають – синергетичного ефекту, який не в змозі створити кожна частина зокрема. Це ефект системної інтеграції" [105].

Знання методів дослідження надає можливість самостійно розібратися у складному комплексі явищ навколишнього світу, виділити найголовніші притаманні їм риси, збагнути глибину природи фізичних явищ. Фізична наука послуговується двома взаємопов’язаними методами дослідження – експериментальним та теоретичним. Гармонійне поєднання експерименту та теорії можливе лише за умови широкого використання математичних методів. Відмова від них призводить до того, що деякі питання подаються на рівні науково-популярної літератури. Такий підхід не можна назвати правильним, оскільки він не дозволяє повною мірою продемонструвати взаємозв’язок та взаємозумовленість різних явищ, а також ігнорує шляхи розвитку сучасної фізичної науки.

Головним завданням міжпредметних, а при вивченні інтегрованих курсів – внутрішньопредметних зв’язків є необхідність подати природознавство засобами різних навчальних дисциплін "…не лише як сукупність наук про природу в цілому", але насамперед як єдину систему, компоненти якої (природничі науки) настільки тісно взаємопов’язані та взаємообумовлені, що випливають одна з одної, тобто являють собою справжню органічну цілісність" [192].

Тут ми акцентуємо увагу на проблемі внутрішньопредметних зв’язків математики та фізики в курсі "Медична та біологічна фізика". Однією із характерних рис сучасної науки є збільшення питомої ваги математичних методів в усіх галузях природознавства. Значно зросла роль математичних методів і у медичних дослідженнях. Це, з одного боку, пов’язано з процесами, які відбуваються у сучасній науці, зі зміною уявлень про принцип наочності: фізична картина світу набула таких рис, у відповідність яким неможливо поставити чуттєві аналоги. Спостерігається тенденція домінування математичних моделей, які з огляду на загальність їхніх властивостей придатні для дослідження будь-яких матеріальних

явищ чи об’єктів (справді, рівняння $x'' + \omega^2 x = 0$ однаково добре описує як механічні, так і електромагнітні гармонічні коливання). В останні роки спостерігається тенденція до зменшення питомої ваги експериментального методу як у шкільному, так і в університетському курсі фізики. Причин є декілька: це й активне впровадження комп’ютерної техніки у навчальний процес, і складність експерименту, яким послуговується сучасна фізика, а також відсутність належної матеріально-технічної бази. Так, практично не можливо поставити жоден з дослідів, які підтверджують електронну теорію (йдеться про досліди Томлена і Стюарта, Міллікена, Ріке).

На нашу думку, використання математичних методів у курсі "Медична та біологічна фізика" зручно розглядати у таких аспектах: вивчення фізичних теорій, розв’язування фізичних задач та дослідження фізичного змісту отриманих розв’язків, математичне прогнозування, вивчення функціональних залежностей та їх графічна інтерпретація, стохастичні методи, обробка результатів фізичних вимірювань.

Вивчення фізичних теорій. При вивченні фізичних теорій можна виділити такі етапи:

- створення гіпотези на основі наявних дослідних даних;
- теоретичне обґрунтування та розробка гіпотези на основі відомих науці теорій та законів;
- перевірка гіпотези експериментом;
- оформлення наукової теорії на основі гіпотези.

Вивчення фізичних теорій передбачає активне використання як індуктивних (наприклад, на етапі створення гіпотези), так і дедуктивних (на етапі теоретичного обґрунтування гіпотези намагаються отримати якомога більше наслідків, що можуть бути перевірені експериментально) методів із широким застосуванням математичного апарату. Перетворення наукової гіпотези у фізичну теорію є якісним стрибком, який відбувається завдяки експериментальній перевірці наслідків, що випливають з даної теорії. Академік І. Є. Тамм так оцінив даний етап у створенні теорії Максвелла: "справедливість цих основних постулатів макроскопічної

електродинаміки … може бути найпереконливіше доведена не індуктивним методом, а узгодженістю із дослідом усієї сукупності наслідків, які випливають із теорії і охоплюють всі закономірності макроскопічного електромагнітного поля" [334].

Безумовно, важливою є перевірка кількісних наслідків із теорії, оскільки якісні наслідки не завжди однозначно можуть бути співвіднесені з даною теорією. Так, наприклад, відхилення світлових променів у полі земного тяжіння можна якісно пояснити на основі спеціальної теорії відносності, однак, узгоджені з дослідом кількісні розрахунки дає змогу отримати лише загальна теорія відносності, яка розглядає зміну метрики простору у гравітаційному полі. Інший приклад: якісно залежність теплоємності твердого тіла від температури була пояснена Ейнштейном на основі аналізу коливань окремих частинок, однак результати, які кількісно узгоджуються із дослідом, були отримані Дебаєм завдяки підходу, в якому розглядалися коливання кристалічної гратки як одного цілого. Звичайно, при вивченні курсу фізики чи інтегрованих курсів, які вивчаються на природничих, але нефізичних факультетах університету, далеко не завжди є можливість отримати кількісні наслідки з теорії і тому часто доводиться обмежуватися лише якісними результатами. Але в тих випадках, де одержання кількісних результатів є можливим, доцільно їх отримати, оскільки саме вони є переконливим доказом правильності теорії. Окрім цього, одержання з теорії різноманітних наслідків запобігає виникненню поширеного серед студентів хибного враження про те, що деякі теорії існують лише для пояснення певного кола явищ, але не розкривають самої суті об’єктивних процесів, які відбуваються в навколишньому світі самі собою без нашого втручання.

Яскравим прикладом використання математичних методів для подолання протиріч між експериментом (випромінювання абсолютно чорного тіла, фотоефект) та теоретичними ученнями є створення квантової механіки. Як вдало висловився академік С. Л. Соболєв, "Розуміння того, що ми маємо справу з абсолютно новими явищами … з’явилось після того, як на все, що було відкрито аж до XIX століття , вдалося глянути очима математики" [296]. У цьому аспекті цікавим є передбачення

Луї де Бройлем хвильових властивостей мікрочастинок, відкриття П. Діраком та Юакавою позитрона й мезона тощо. Особливий приклад: створена працями Річі-Кубастра та Леві-Чініта тензорна алгебра тривалий час розглядалась як суто теоретичний розділ, однак, саме вона разом з неевклідовою геометрією стала тією теоретичною базою, на якій виникла загальна теорія відносності. Проте недостатня розробленість методів тензорного числення стала на перешкоді завершення теорії відносності. Усунути цю проблему вдалося А. Ейнштейну разом із математиком Гроссманом, а лише потім були отримані рівняння, що описують зміну метрики простору в полі тяжіння.

Яскравим прикладом проникнення математичних методів у сучасну фізику є використання теорії фракталів у синергетиці.

Розв'язування фізичних задач та дослідження фізичного змісту отриманих розв'язків. Розв'язування фізичних задач настільки міцно й органічно пов'язане з наявністю математичних знань, що нічого нового на перший погляд у даному аспекті додати неможливо. Однак, на думку автора, зміни в навчальних програмах з математики, які відбулися в останні десятиліття (вивчення основ стохастики, інтегрального та диференціального числення), досі не знайшли належного відображення у фізичних задачах. Знання можна значно зміцнити за рахунок пошуку раціональних підходів до розв'язування фізичних задач і аналізу змісту отриманих розв'язків, що значно поглиблює розуміння фізичної суті явищ. Саме це робить, на наш погляд, такий підхід досить важливим і корисним.

Наочним прикладом є некогерентне розсіювання рентгенівських променів на електронах (ефект Комптона). Уявимо рентгенівські промені як потік фотонів, які пружно взаємодіють з нерухомими електронами. Скориставшись законом збереження енергії та законом збереження імпульсу, будемо мати:

$$\begin{cases} h\nu + mc^2 = h\nu' + E; \\ \vec{p}_\phi = \vec{p} + \vec{p}'_\phi. \end{cases}$$

У даній формулі mc^2 – енергія спокою електрона, E – енергія електрона після взаємодії, $h\nu$ – енергія фотона до взаємодії, $h\nu'$ – енергія фотона після взаємодії, $\vec{p}_\phi$ та $\vec{p}'_\phi$ – імпульс фотона до і після взаємодії, $\vec{p}$ – імпульс електрона після взаємодії.

Розв’язок цієї системи рівнянь дає формулу:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc^2}(1 - \cos\varphi),$$

яка свідчить про збільшення довжини хвилі рентгенівського випромінювання і дає можливість зрозуміти механізм некогерентного розсіювання. Таким чином, уникаючи «наочних механістичних» аналогій, ми отримали результат, який знаходиться у повній узгодженості з експериментом і відображає єдність корпускулярних та хвильових властивостей світла.

Математичне прогнозування. Чудові приклади математичного передбачення можна продемонструвати, вивчаючи розділ "Фізика атома та атомного ядра".

Так, квадратична залежність між енергією та імпульсом електрона $E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4$ свідчить, що електрон з масою спокою, який вільно рухається і має імпульс p може мати як додатну, так і від’ємну енергією $E = \pm\sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4}$. Це навело П. Дірака на думку про існування позитрона – частинки із масою, рівною масі електрона, і додатним зарядом, рівним за модулем заряду електрона. Позитрон виникає разом з електроном при поглинанні кванта світла, енергія якого не менша суми енергій спокою обох частинок, тобто більша або рівна $2m_0c^2$. Народження, а також анігіляцію пари електрон-позитрон експериментально було зафіксовано в 1932 р. за допомогою камери Вільсона.

Математичні розрахунки спонукали до експериментів по знаходженню ще однієї елементарної частинки – нейтрино. Справді, перетворення у ядрі протона у нейтрон супроводжується появою поза ядром електрона (β- розпад). Така схема перетворень ($n \to p + e^-$) порушує закон збереження спіну: $\frac{1}{2} \neq \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2}$. Гіпотеза про виникнення нейтрино, а згодом і антинейтрино як частинок, що мають відповідні властивості та спін $\pm\frac{1}{2}$, дала можливість усунути зазначену невідповідність. Перетворення нейтрона у протон відбувається за схемою: $n \to p + e^- + \tilde{\nu}$. Експерименти з пошуків нейтрино увінчалися успіхом у 1957 р. Наведені приклади демонструють потужність та широту методів математичного прогнозування.

У повній мірі прогностична роль математичних методів проявилися також при створенні квантової механіки, спеціальної та загальної теорій відносності. Саме використання математичних методів дало змогу А. Ейнштейну подолати протиріччя, які виникли між дослідом Майкельсона та класичними уявленнями про простір та час, і отримати рівняння перетворень Лоренца.

У рамках класичної фізики також можна знайти велику кількість прикладів, коли фізична теорія, підкріплена математичним апаратом, значно випереджала експериментальні дослідження. Зокрема, це метод додавання коливань від окремих зон хвильового фронту, запропонований Френелем. Результати розрахунків свідчили, що в центрі тіні від круглого диска повинна знаходитися світла пляма. Цей висновок був настільки несподіваним, що тривалий час (до експериментального підтвердження) використовувався як основний аргумент у критиці методу Френеля. Не менш переконливим є факт теоретичного передбачення Максвеллом струму зміщення на основі доповнення закону електромагнітної індукції симетричним рівнянням, яке передбачало виникнення магнітного поля при зміні електричного.

Цікаві приклади математичного прогнозування можна знайти і в шкільному курсі при розгляді класичної фізики. При вивченні геометричної оптики учням іноді важко зрозуміти, чому при побудові зображень у лінзі достатньо скористатися лише двома «зручними» променями (такими, що падають на лінзу паралельно до головної або побічної осі, або такими, що проходять через оптичний центр). Аналіз формули тонкої лінзи $\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$ дає змогу зробити важливий для розуміння висновок: всі промені, які виходять із однієї світної точки, перетнуться у одній і тій же точці (у випадку уявного зображення перетнуться продовження променів), тобто ми отримаємо лише одне зображення предмета. Цей висновок є очевидним з математичної точки зору, оскільки для даної лінзи f є функцією однієї незалежної змінної d, тому для побудови зображення можна користуватися двома будь-якими променями, однак доцільно вибрати ті, хід яких найлегше передбачити.

Переставний закон додавання підтверджує властивість оборотності світлових променів: якщо предмет помістити в ту точку, де знаходилося зображення, то зображення отримаємо там, де знаходився предмет.

Оскільки сума $\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$ є величиною сталою, то при зменшенні *d,* буде збільшуватись f . Цей висновок важливий з практичної точки зору, він допомагає зрозуміти роботу оптичних приладів, проблеми близько- та далекозорості. Звертаємо увагу на випадок, коли відстань від предмета до лінзи менша за фокусну d < F, тоді f стає від'ємним, отже, зображення буде уявним. Важливо з огляду на практичну значущість знайти умови, за яких збільшення $\Gamma=\frac{f}{d}$ є максимальним. З формули тонкої лінзи виходить, що збільшення $\Gamma=\frac{f}{d}=\frac{F}{d-F}$ є максимальним при $|d-F|\to 0$. Цей факт використовується при конструюванні мікроскопа та інших оптичних приладів, однак, як засвідчує багаторічний практичний досвід, розуміння цього факту з шкільного курсу фізики виносить надзвичайно мала кількість учнів (серед студентів медичного університету таких не більше 10%).

Яскравим прикладом математичного прогнозування в медицині є математичні моделі, розроблені Г. Марчуком в імунології [216]. Вважатимемо (відповідно до моделі, запропонованої Г. Марчуком), що взаємодія організму з чужорідним антигеном визначається такими основними факторами.

1. Концентрація патогенних антигенів $V(t)$.
2. Концентрація антитіл $F(t)$. Під антитілами розумітимемо як імуноглобуліни, так і клітинні структури, що нейтралізують даний антиген (Т-лімфоцити, клітинні рецептори).
3. Концентрація плазмоклітин $C(t)$. Під плазмоклітинами розумітимемо популяцію носіїв та продуцентів антитіл (імунокомпетентні клітини та імуноглобулінопродуценти).
4. Відносна характеристика враження органу $m(t)$. Спочатку отримаємо рівняння, яке описує зміну антигенів в організмі. Швидкість зміни числа

антигенів залежить від темпів їхнього розмноження βV і від темпів їхньої нейтралізації антитілами γFV:

$$\frac{dV}{dt} = \beta V - \gamma FV ,$$

де β – коефіцієнт розмноження антигенів, а γ – коефіцієнт нейтралізації антигенів під час зустрічі з антитілами.

Концентрація плазмоклітин залежить від швидкості їхньої генерації Q (Q пропорційна FV, коефіцієнт пропорційності α враховує ймовірність зустрічі "антиген–антитіло", збудження каскадної реакції та кількість новоутворених клітин) і швидкості зменшення внаслідок старіння $\mu(C - C^*)$:

$$\frac{dC}{dt} = Q(t - \tau) - \mu(C - C^*),$$

де τ – час, протягом якого здійснюється формування каскаду плазмоклітин, C^* – концентрація плазмоклітин у здоровому організмі.

Отримаємо третє рівняння, яке описує зміну кількості антитіл $\frac{dF}{dt}$. Швидкість зміни кількості антитіл залежить від швидкості їх вироблення плазмоклітинами ρC (ρ – швидкість продукування антитіл однією плазмоклітиною) та швидкості їхнього виведення за рахунок природного катаболізму $\mu_F F$ (μ_F – коефіцієнт, обернено пропорційний до часу розпаду антитіл):

$$\frac{dF}{dt} = \rho C - \mu_F F .$$

Отримані рівняння не відображають послаблення імунної системи, обумовленого враженням інших систем та органів. Розглядатимемо відносну характеристику враження органу m. Швидкість зміни цієї характеристики залежить від кількості антигенів σV (σ – константа, що залежить від виду хвороби) та відновлювальної діяльності організму $\mu_m m$ (μ_m – коефіцієнт, що характеризує відновлювальну діяльність організму):

$$\frac{dm}{dt} = \sigma V - \mu_m m .$$

Отримані чотири диференціальні рівняння повністю описують процес взаємодії імунної системи з вірусом. Комп'ютерне експериментування дає можливість змоделювати десятки ситуацій, в яких змінюють дози інфекції, темпи накопичення

вірусу, початковий рівень антитіл, відносну масу враження органу тощо, і зробити важливі висновки.

Наведемо деякі з них:

- максимальна концентрація вірусів залежить не від дози враження, а від стану імунної системи та типу вірусу;
- хронічні форми хвороби обумовлені недостатньою стимуляцією імунної системи;
- для переведення хронічної форми хвороби в гостру з подальшим одужанням необхідно підвищити концентрацію вірусу в організмі;
- штучне зниження температури сприяє виникненню затяжних чи хронічних форм хвороби.

Отримані схеми типових форм перебігу хвороби наведено на рис. 2.30. Крива 1 характеризує захворювання, які протікають приховано. Антиген виводиться з організму за рахунок високого нормального рівня антитіл, специфічних для даного антигена. Крива 2 характеризує гострий нормальний перебіг хвороби, 3 – хвороби з летальним наслідком, 4 – хронічної форми хвороби.

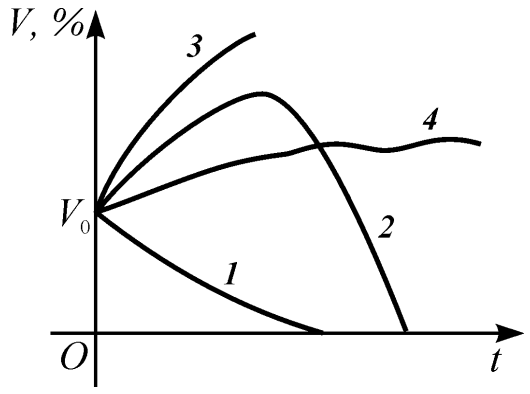


Рис. 2.30. Схеми типових форм перебігу хвороби

Таким чином, на основі проведеного аналізу можна зробити такі висновки.

1.Внутрішньопредметні зв’язки повинні складати цілісну систему змісту, форм, та засобів їх реалізації, формуючи сам спосіб навчання.

2. Реалізація внутрішньопредметних зв’язків має відбуватися таким чином, щоб вони органічно вплітались у навчальний матеріал, поглиблювали його й посилювали, а не сприймалися як штучно привнесений елемент.

3. Міжпредметні зв’язки повинні використовуватися не лише як форма інтеграції окремих навчальних дисциплін, а також як процес перенесення знань з однієї предметної області в іншу з метою генерації нових знань, створюючи тим самим синергетичний ефект системної інтеграції.

Висновки до розділу ІІ

1. Розглядаючи природничо-наукову підготовку як базову системотвірну ланку фахових знань та компетенцій майбутнього лікаря, а також провідну роль фізики в системі природознавства як цілісної науки про природу з найвищим рівнем природничо-наукової систематизації, проведено комплексне дослідження, яке засвідчило продуктивність фізичних знань у формуванні фундамента когнітивного досвіду, інформаційної мобільності та наукового потенціалу майбутнього лікаря, системності та оперативності його мислення, забезпеченні дієвості знань на довготривалу перспективу.
2. Визначено конструктивні цілі навчання фізико-математичних дисциплін, які відповідають загальним цілям фахової підготовки лікаря, поєднують актуальні та перспективні потреби майбутніх фахівців медичної галузі. Здійснена декомпозиція цілей за такими категоріями: гносеологічні – формування наукового світогляду (розвиток цілісних уявлень про природу, про єдину наукову фізичну картину світу, про методи та методологію наукового пізнання); епістемологічні – формування загальнонаукових та спеціальних (таких, що необхідні для успішного оволодіння фаховими навчальними дисциплінами) умінь та видів діяльності; когнітивні – формування здатностей до дослідження та перетворення матеріального світу і живої природи, зокрема, на основі законів фізики, набуття фахових компетенцій, розвиток логічного та критичного мислення; морально-етичні – формування важливих у фаховій

діяльності лікаря ціннісних пріоритетів гуманістичного, біоетичного, екологічного характеру.

3. Теоретично обґрунтована та розроблена концепція організації навчально-виховного процесу вивчення фізико-математичних дисциплін у медичному університеті на основі принципу взаємозв'язку фундаментальної та фахової підготовки. Виокремлено складники загальнотеоретичного фундаменту професійної підготовки майбутнього лікаря, які забезпечують системність та функціональність знань фізики в умовах міждисциплінарної інтеграції: єдині методологічні принципи існування та розвитку всього матеріального світу, якими фізика об'єднує всі природознавчі теорії; формування наукового потенціалу, системності та критичності мислення; цілісність наукової картини світу, формування системи світоглядних орієнтирів.
4. Відповідно до концепції розроблена модель вивчення фізико-математичних дисциплін у медичних університетах, яка є прогностичною стосовно професійної діяльності сучасного фахівця медичної галузі і має трьохрівневу ієрархічну структуру: базове фізичне ядро, яке складають знання та розуміння головних логічних елементів фундаментальних фізичних теорій, а також знання про фізичні методи пізнання та перетворення об’єктивної дійсності; професійно зорієнтовані знання та вміння застосовувати методологію фізичної науки до дослідження біологічних об'єктів та використовувати отриману інформацію з діагностичною і лікувальною метою; третій рівень складає варіативна оболонка, орієнтована на формування конкретних функцій практичної діяльності, вмінь формулювати та обґрунтовувати судження, а також формувати здатність до самостійного навчання. Ця модель є гнучкою, що передбачає з одного боку реалізацію принципів особистісно орієнтованої освіти, з іншого – врахування специфіки обраної спеціальності, сучасних досягнень фізичної, біофізичної та медичної науки, а також суспільних потреб.
5. Розроблено критерії добору, оновлення та ущільнення наукових знань у змісті інтегрованої навчальної дисципліни "Медична та біологічна фізика". Такими критеріями є: необхідність проведення через увесь курс наскрізних

фундаментальних фізичних ідей, які інтерпретують наукову логіку курсу; забезпечують фундаментальність фізики та її фахову спрямованість; відображення у змісті навчального матеріалу внутрішніх зв'язків між розділами курсу фізики, а також зв'язків з іншими природничими та фаховими дисциплінами відповідно до істинної єдності природи; відповідність змісту та глибини навчального матеріалу рівню теоретичної підготовки студентів; оновлення змісту з огляду на актуальність, фундаментальність та методологічну значущість нових фактів та ідей; дотримання принципу генералізації при викладі основних фізичних ідеї та теорій.

6. Вперше розроблена модульна технологія вивчення інтегрованої навчальної дисципліни "Медична та біологічна фізика". Структурування за змістовими модулями здійснюється на основі такого ключового поняття як *живий організм* – його характеристики, фізичні методи їх дослідження, дослідження впливу фізичних чинників на організм, аналіз можливостей використання фізичних методів з діагностичною та лікувальною метою Такий підхід спирається на внутрішню логіку фізичної науки, сприяє забезпеченню цілісності курсу, концентрованому викладу фундаментальних фізичних законів та принципів; формуванню наукового світогляду та єдиної наукової картини світу; забезпечує органічне поєднання фундаментальних та прикладних знань.
7. Здійснена адаптація основних принципів та засад особистісно орієнтованої освіти до умов вивчення фізико-математичних дисциплін у медичних університетах. Особистісно орієнтована освіта розглядається як важливий педагогічний принцип, який відображає головні тенденції у системі сучасної освіти і передбачає вдосконалення її найважливіших засобів: змісту та навчальних технологій. Процес навчання спрямовується не лише засвоєння системи знань, а передбачає зміну всього чуттєво-когнітивного досвіду, яка є ефективною при узгодженості зовнішніх впливів з наявними у студента знаннями, досвідом, мотивацією, можливостями; сила зовнішніх впливів

педагога залежить від психолого-когнітивної готовності студента та часової і структурної узгодженістю цих впливів.

8. В досліджені обґрунтована необхідність продуктивного засвоєння фундаментальних базових дисциплін, набуття фахових компетенцій при опануванні ними, гармонічного поєднання фундаментальності фахових дисциплін та фахової спрямованості фундаментальних для забезпечення свободи вибору. Психологія особистості розглядається як важливий структуротвірний елемент методичної системи. Встановлено комплекс змістово-результативних та процесуально-динамічних характеристик успішності, які використовувалися для оцінювання інтелектуальної діяльності студента: для конвергентних здібностей – правильність та швидкість відповідей, для дивергентних – оригінальність та кількість ідей, для научуваності – глибина та міцність засвоєння знань та навичок, темп навчання; для пізнавальних стилів – міра індивідуальності у відображенні ситуації, процес побудови пізнавального образу.
9. Розроблено рекомендації щодо покращення фундаментальної підготовки при вивченні інтегрованого курсу "Медична та біологічна фізика" шляхом посилення внутрішньопредметних зв’язків між його складовими, реалізації процесу перенесення знань з однієї предметної області в іншу з метою генерації нових знань, створюючи тим самим синергетичний ефект системної інтеграції.

РОЗДІЛ 3
МЕТОДИЧНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН СТУДЕНТІВ МЕДИЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ПАРАДИГМИ ОСВІТИ

3.1. Освітньо-інформаційне середовище як засіб інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів і фармацевтів при вивченні фізико-математичних дисциплін

Особистісно орієнтована освіта передбачає наявність середовища, в якому особистість могла б функціонувати та розвиватись. Характерною прикметою сучасного освітнього процесу є інтенсивний розвиток *нових технологій навчання*: розширення інформаційних ресурсів: банків даних, мережевих підручників (наприклад, таких як російськомовні www//medbook.net.ru та http://lechebnik.info; англомовні підручники з медицини www.Thieme.com, http://library.umassmed.edu, Національної медичної мережі бібліотек США www.nlm.nih.gov, www.medem.com, www.nap.edu, http://www.cdc.gov; бібліотеки електронних медичних зображень http://www.pcel.info,) комп'ютерних лабораторій та тренажерів, інтерактивних комп'ютерних навчальних програм, систем тестового контролю, віртуальних університетів (наприклад, створена у 2004 р. перша медична школа США www.invimeds.org). Ці інновації, спираючись на інформаційну інфраструктуру, змінюють характер, методику, а подекуди й зміст навчальної дисципліни.

3.1.1. Методика проведення лекційних занять з курсу "Медична та біологічна фізика"

Лекції є однією з традиційних та стародавніх форм навчальної діяльності. Слово "лекція" походить від латинського *lectio* – читання, оскільки в середньовічних університетах лекції здебільшого полягали в читанні та коментуванні церковних книг. На різних історичних етапах роль лекції як основної форми та методу

навчання фізики в університетській освіті оцінювалася по-різному. На думку деяких дослідників [297, 324], класична лекційна система з часом втрачатиме актуальність і значення, через те, що вона не сприяє залученню студента до активної самостійної роботи. Як уже зазначалося, у вітчизняній практиці робилися спроби замінити лекційну систему альтернативними (семінарсько-груповою тощо), підвищивши роль самостійної роботи. Проте ці спроби були недостатньо обґрунтованими, а тому виявилися безуспішними.

Аналіз навчальних планів за останні десятиріччя свідчить про тенденцію до зниження як кількості лекційних годин, так і їхньої частки у кількості годин, відведених на вивчення курсу. Ця тенденція цілком зрозуміла – сучасна освітня парадигма передбачає підвищення статусу суб'єкта навчального процесу і акценти зміщуються на самостійну роботу студентів. Відповідно до чинного навчального плану лекційні години курсу "Медична та біологічна фізика" становлять 22 % загальної кількості годин (36 годин із 165) і 35 % від кількості аудиторних годин.

Досвід вивчення фізико-математичних дисциплін у медичних університетах європейських країн аналізувався в підрозділі 1.3. Зокрема, там зазначалося, що курс медичної фізики Віденського університету складається з 11 кредитів і містить 90 лекційних годин, а це означає, що значну частку аудиторних годин становлять лекційні. Курс медичної фізики та біофізики університету ім. Коменіуса, який є найстарішим та найбільшим університетом Словаччини, має 7 кредитів, лекційні години становлять 50 % аудиторних годин. У Карловому університеті (Чехія) лекційні години (45 год.) також складають 50% загальної кількості годин, відведених на аудиторну роботу.

Цікавим у досліджуваному аспекті є аналіз результатів анкетування студентів, значна кількість яких (49 %) позиціонує практичні та лабораторні заняття як основне джерело знань, 23 % таким джерелом вважає лекції і 23 % – підручники та навчальні посібники. Однак результати анкетування є неоднорідними і дещо різняться на різних потоках, факультетах, навчальних дисциплінах. Думка викладачів щодо ролі лекції в навчальному процесі є іншою: більшість з них вважає лекції ефективною форм навчальної діяльності. За результатами анкетування

викладачів НМУ ім. О.О.Богомольця, яке проводилося навчальним відділом в 2007/08 н. році 53% респондентів на питання "Чи потрібне збільшення лекційних годин?" відповіли ствердно, зазначивши доцільність обговорення на практичних заняттях питань, які висвітлюються на лекціях.

Інтерпретуючи розбіжності в результатах опитуваннях, можна припустити, що відповіді студентів певною мірою детерміновані їх особистим досвідом: особистістю лектора, якістю прослуханих лекцій, їх змістовим наповненням, методикою проведення. Підтвердженням цієї тези є той факт, що більшість (64 %) студентів вважає визначальним чинником для якісного засвоєння знань особистість викладача. Цей чинник ставлять на перше місце студенти незалежно від того, на якому факультеті чи потоці проводилося опитування.

Роль лекцій у навчальному процесі всебічно та глибоко вивчалась провідними педагогами та психологами Є. Н. Мединським [222], С. І. Архангельським [13], В. К. Дахшлегером [116] та ін. На думку цих вчених, лекціям належить провідна роль. Враховуючи власний педагогічний досвід та узагальнюючи думки, висловлені в роботах провідних учених, ми вважаємо, що на сьогодні лекційна форма занять не втратила своєї актуальності, оскільки:

- лекція для студента є економічно найвигіднішою формою навчання як за затратами часу та зусиль студентів, так і за використанням науково-педагогічних кадрів;
- лекція дає можливість за короткий проміжок часу побачити логічну структуру навчального матеріалу, ознайомитися з методологією науки, її практичними застосуваннями;
- лекція містить найважливішу інформацію і сучасне бачення проблеми, яка розглядається;
- лекція є активним методом навчання, її засвоєння пов’язане з переробкою великої кількості інформації, аналізом дослідів та формул, виділенням головного та конспектуванням найважливіших положень, вона формує вміння вислуховувати інших (що для лікаря є надзвичайно важливим), швидко схопити суть, критично оцінювати почуте;

– добре прочитана лекція впливає на студента значно більше, ніж підручник, завдяки емоційному забарвленню, правильно зробленим акцентам, створенню проблемних ситуацій, ефекту сумісного подолання труднощів (за вдалим висловом О. Д. Хвольсона, лектор є диригентом процесу "колективного мислення");
– на лекції відбувається безпосередній контакт студента з викладачем, реалізуються "бінарно-асиметричні зв'язки" інтелектів різного рівня, які, на думку В. І. Вернадського, і є пусковим механізмом для генерації нових ідей (яскравим підтвердженням можуть бути спогади А. Савельєва про лекції О. С. Попова: "Кожного разу після блискучих демонстрацій моїм вчителем своїх знаменитих дослідів з радіотехніки, після цих виняткових за майстерністю, якістю та переконливістю дослідів я, виходячи з аудиторії, говорив собі: "Ось цим я займусь!" [118, с.7]), лекція дає можливість враховувати особливості аудиторії, виявляти незрозуміле для студентів і одразу ж надавати допомогу, вносити корективи в подальший виклад матеріалу.

Безумовно, в сучасних умовах змінюється роль, форма та зміст лекцій. Найважливішими чинниками цих процесів, на нашу думку, є особистісна орієнтованість сучасної освіти та проникнення інформаційно-комп'ютерних технологій у навчальний процес.

Реалізація однієї з головних тенденцій нової освітньої парадигми – особистісно орієнтованого навчання – передбачає збільшення частки годин, відведених на самостійну роботу студента (СРС). Співвідношення між кількістю годин, відведених для СРС, та загальною кількістю годин, відповідно до чинної програми, становить 1: 2 і є доцільним для студентів-першокурсників, адже вони не мають достатнього досвіду самостійної роботи і лише адаптуються до умов навчання в університеті. Проте непокоїть той факт, що збільшення частки самостійної роботи студентів відбувається за рахунок скорочення лекційного курсу. На нашу думку, лекції та самостійна робота не повинні розглядатися як альтернативні форми навчання, навпаки, ці форми доповнюють одна одну і є

неефективними одна без іншої. Лекційний матеріал потребує самостійної роботи студента: треба перевірити правильність запису формул, формулювань законів, надати додаткові відомості чи пояснення, опрацювати матеріал даної теми, який винесено на самостійну роботу. Для доопрацювань лекцій доцільно використовувати один-два посібники різних авторів, це дасть можливість побачити різні підходи до викладу однієї і тієї ж самої проблеми, знайти додаткову інформацію та альтернативні пояснення незрозумілого матеріалу. Практика свідчить, що змістовні та яскраві лекції стимулюють роботу над підручниками та посібниками. Як правило, підручник містить системний виклад матеріалу з більшою деталізацією, довідкові матеріали, схематичні рисунки та описання дослідів і є важливим доповненням до лекції, він забезпечує повторення та розширення знань. Доопрацювання лекційного матеріалу, на думку психологів, варто здійснювати в той самий день, коли була прослухана лекція. Дослідження засвідчують, що в такому випадку лекційний матеріал засвоюється в повному обсязі, при доопрацюванні через день засвоюється 50 % матеріалу, через один-два тижні ефективність ще нижча. Отже, лекції організовують та спрямовують самостійну роботу студентів.

Пошук підходів до підвищення ефективності лекційних занять передбачає вивчення та аналізу досвіду зарубіжних колег. Досить цікавими у цьому аспекті є результати педагогічного експерименту, проведеного у Віденському університеті [124]: студенти, які спочатку опрацьовували матеріал самостійно, а потім відвідували лекцію, успішно засвоювали 75 % навчального матеріалу, прослуховуючи лекцію без попереднього ознайомлення з навчальним матеріалом, вони засвоювали лише 10 % інформації.

Однією з нових форм занять, що практикуються у Віденському університеті, є дискусійна лекція [124, 400], яка триває 3 – 3,5 години і складається з чотирьох основних етапів. На першому етапі (10 –15 хв.) студенти розподіляються на команди, яким для обговорення пропонується 8-10 завдань, на другому (20 – 25 хв) – студенти шукають відповіді на поставлені запитання, третій етап (25 – 30хв) – студенти обґрунтовують свої відповіді і, дискутуючи, намагаються дійти згоди,

четвертий (90 хв.) – відбувається лекція у традиційному її розумінні. Схожий підхід до проведення лекцій описаний у дисертаційному дослідженні Б. А.Суся [324].

Дискусійні лекції дають можливість реалізувати технологію ймовірнісного навчання, в основі якого – принципова відмова від жорсткого планування навчального заняття, припущення ймовірності тих чи інших подій у ньому, неможливості спрогнозувати точно, коли відбудеться "зустріч" учня з новими знаннями [283]. Ця технологія апробована нами на практичних і семінарських заняттях, де продемонструвала свою ефективність у розвитку інтелектуальних здібностей студентів. Відповідно до ймовірнісного підходу мистецтво педагога – не стільки дотримуватися покрокових дидактичних інструкцій, скільки утримувати широкий інтелектуальний простір під час діалогу з урахуванням розмаїття думок студентів. Ця навчальна технологія передбачає орієнтацію на метод спроб та помилок, аналіз випадкових варіантів, методів пошуку істини, врахування невичерпних можливостей, що її надають педагогічному процесові особистості студентів.

На сучасному етапі розвитку фундаментальних природничих наук спостерігається глибока інтеграція наукових досліджень з інформаційно-комунікаційними технологіями, яка зумовлює розроблення принципово відмінних підходів для отримання нових наукових знань з використанням як відомих інформаційних інструментальних засобів, так і спеціально створених нових унікальних інформаційних технологій. Глибока інтеграція фізики й ІКТ сприяє їх подальшому розвитку та одержанню за допомогою інформаційних технологій нової наукової інформації. Інформаційне середовище в усьому світі змінюється дуже швидко і водночас розширюються наші уявлення про сфери застосовності комп’ютерів. Незаперечною є потреба в широкому застосуванні навчальних комп’ютерних та інформаційних технологій у системі фахової підготовки майбутнього лікаря. Ці технології можуть ефективно використовуватися у всіх видах аудиторних занять з медичної та біологічної фізики, а також і в самостійній роботі студентів. Основною перевагою електронних навчальних матеріалів є їхня доступність для користувачів та розширені можливості пошуку інформації.

Широке використання комп'ютерних технологій у навчальному процесі зумовлює й низку специфічних проблем. В силу зрозумілих причин досить часто саме студенти є ініціаторами впровадження інформаційних технологій у навчальний процес, хоча інколи їх зусилля спрямовані не на отримання нових знань, а на знаходження полегшених способів отримання кращих оцінок, імітацію самостійної роботи, колективного розв’язування індивідуальних завдань. Таким чином створюється освітньо-інформаційне середовище, яке подекуди є близьким до “самоорганізованої критичності” та подібним до розгалуженої фрактальної структури. На нашу думку, дуже важливо, щоб викладачі були інтегровані в освітньо-інформаційне середовище, яке об’єктивно склалося, і відігравали у ньому провідну, спрямовуючу роль. Ситуація вимагає створення нових підходів до всіх видів аудиторних занять та позааудиторної роботи студентів. Для повноцінної медичної освіти, розрахованої на використання сучасних технологій, потрібні продумані заходи із забезпечення істинної реалізації принципу інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій під час проведення лекційних занять істотно підвищує мотиваційні установки студентів і сприяє формуванню пріоритетних професійних і навчально-пізнавальних мотивів при вивченні фізико-математичних дисциплін, що забезпечує успішне набуття важливих у майбутній професії компетенцій та належного рівня загальноприродничої підготовки майбутніх лікарів.

Безумовно, використання ІКТ змінює не лише форму та функції самої лекції, а й конспекту лекцій. Раніше основною функцією конспектування було збереження інформації. Так, І. Т. Штокман на основі проведеного ним дослідження зробив висновок, що 70 % студентів за традиційної форми подачі лекційного матеріалу своїм основним завданням вважають ведення детального конспекту і лише 10% – розумове опрацьовування інформації [380].У студентів виникає природне бажання скопіювати текст лекції на флеш-карту, вважаючи конспектування недоцільним. Ця проблема, на наш погляд, потребує окремого розгляду. Можна навести приклади навчального матеріалу, засвоєння якого не буде ефективним без самостійного

відтворення під час лекції. Такими в курсі медичної та біологічної фізики, наприклад, є побудова зображення в мікроскопі, вивчення особливостей аудіограми, дослідження генезису кардіограми тощо. Як показує досвід, будуючи разом з лектором залежність порогу чутності від частоти звуку (рис.3.1), студенти успішніше засвоюють інформацію про співвідношення між шкалами інтенсивності, рівня інтенсивності та гучності; зрозумілішим стає для них зміст одиниць вимірювання цих фізичних величин; вони навчаються виконувати побудову графіків у логарифмічних координатах; студенти краще розуміють тонкощі аудіограми: наявність смуги з меншим за нуль рівнем інтенсивності; природу плато на частотах, кратних резонансній тощо.

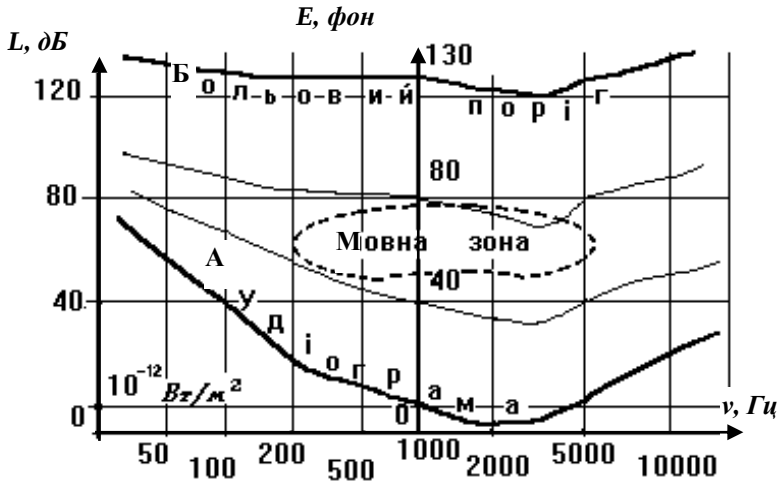


Рис.3.1. Аудіограма

Спостереження підтверджують, що конспектування лекцій у ряді випадків сприяє отриманню більш міцних і тривалих знань. Це зумовлено, на наш погляд, діяльнісною природою такого підходу в навчанні. У процесі конспектування бере участь опорно-руховий апарат, зорова пам'ять, конспектування активізує діяльність студента, сприяє підтримці уваги на лекції.

В сучасних умовах доцільним є створення короткого самостійного або опорного конспекту, який містить лише найважливішу, логічно структуровану інформацію. Такий підхід дає змогу залучити студентів до активної аудиторної та

позааудиторної самостійної роботи. Наприклад, при вивченні елементів теорії ймовірностей складними для сприйняття є елементи комбінаторики.

Студентам важко засвоїти в якому випадку враховується порядок елементів, чи всі елементи входять до сполуки, як відрізняються формули за наявності та при відсутності повторень елементів. Пропонуємо узагальнити цей фрагмент лекційного матеріалу, подавши його у вигляді схеми (рис. 3.2).



Перестановки		Розміщення		Комбінації (сполучення)	
Без повторень	з повтореннями	без повторень	З повтореннями	без повторень	з повтореннями
$P_n=n!$	$\tilde{P}_n=\frac{n!}{k_1!\cdot k_2!\cdot\ldots\cdot k_m!}$, де $k_1+k_2+\ldots+k_m=n$	$A_n^k=\frac{n!}{(n-k)!}$	$\tilde{A}_n^k=n^k$	$C_n^k=\frac{n!}{k!(n-k)!}$	$\tilde{C}_n^k=C_{n+k-1}^k$

Рис. 3.2. Фрагмент опорного конспекту з теми: "Елементи теорії ймовірностей"

Однією з найскладніших тем у курсі "Медична та біологічна фізика" є вплив електричного та магнітного полів на живі організми. В сучасній медицині з лікувальною метою використовують здебільшого такі прояви дії електричного та магнітного полів на живі організми: теплова дія, подразнююча дія та специфічні ефекти. У навчальній і науковій літературі немає єдності в тлумаченні цих термінів. Деякі автори, наприклад [265] специфічними вважають усі ефекти, притаманні лише живим організмам. За такого підходу подразнююча дія електричного струму має класифікуватися як специфічний ефект. Інші автори [12, 366]до специфічних відносять лише ті ефекти, що виникають навіть при дуже низькій (недостатній для

прогрівання та подразнення) інтенсивності і характеризуються високою селективністю щодо частоти електромагнітного поля, яким вони спричиненні. При дотриманні цього підходу до специфічних ефектів можна віднести: зміну структури біологічно активних молекул (білків, ліпідів, нуклеїнових кислот тощо); зміну мембранних процесів внаслідок зміни локальних концентрацій іонів та величини мембранних потенціалів; зміну швидкості хімічних реакцій (наприклад, кінетики ферментативних процесів), що призводить до порушення процесів біоенергетики, метаболізму, синтезу біологічно активних молекул тощо. Лектору належить визначитися з термінологією, обґрунтувавши свою позицію. Виникнення зазначених ефектів зумовлене різними первинними факторами, насамперед йдеться про явища поляризації, електричні струми, резонансне поглинання енергії. В біологічних тканинах окрім орієнтаційної, деформаційної (зміщення електронної хмарки відносно малорухливого ядра) та іонної поляризації має місце також *об'ємна* поляризація (ефект Максвелла – Вагнера), що виникає в електрично ізольованих частинах середовища (наприклад, клітинах чи клітинних органелах).

Говорячи про електричні струми в біологічних середовищах, потрібно розглядати струми провідності, струми зміщення та індукційні струми. Це передбачає як актуалізацію знань з курсу середньої школи, так і оволодіння новими фундаментальними знаннями з курсу загальної фізики, а саме: законом Ома у диференціальній формі (зокрема, законом Ома у диференціальній формі для електролітів), поняттям питомої електропровідності, рухливості, струму зміщення, законом повного струму тощо.

Розглядаючи теплові ефекти в біологічних тканинах, які є електрично неоднорідними, ми спираємося на закон Джоуля у диференціальній формі

$$q = \rho \cdot j^2 = Ej,$$

де $q = \frac{dQ}{dVdt}$ – питома потужність струму, і отримуємо формули для оцінювання теплового ефекту струмів провідності, зміщення або індукційного струму. Аналіз цих формул дає цінну інформацію прикладного спрямування. Так, з формули $q = \rho j^2$ випливає, що зі збільшенням густини струмів провідності ефективніше відбувається

прогрівання тканин, що дає змогу зрозуміти особливості використання моно- та біактивних електродів у терапевтичній та хірургічній діатермії. Ця формула свідчить також, що при одній і тій самій густині струму *j* більше нагріваються тканини, які мають більший питомий опір ρ. Відповідно сильніше нагріваються шкіра, жирова тканина, тобто поверхневі ділянки організму, і слабше – тканини внутрішнього середовища (кров, клітинна і позаклітинна рідини, м'язи).

Попередньо отримавши вираз для густини вихрових струмів, можна оцінити тепловий ефект дії *вихрових* струмів:

$$q = \left(\frac{\omega SB}{R(\rho)} \cdot \sin \omega t \right)^2 \cdot \rho = k \frac{\omega^2 B^2}{\rho} \ ,$$

де *k* – коефіцієнт пропорційності, який залежить від геометричних розмірів ділянки і форми електродів. Студенти можуть самостійно дійти висновку, що індукційні струми прогрівають середовища, які мають малий питомий опір (кров, лімфу тощо), і зрозуміти, що використання індукційних струмів є продуктивним для гіпертермії крові. Обов'язково потрібно пояснити студентам чому при високих частотах ($\nu > 0{,}5$ МГц) не проявляється подразнююча дія електричного струму і чому з метою лікувального прогрівання використовують саме струми та поля, частота яких перевищує 0,5 МГц.

Ця лекція розкриває фізичну суть низки лікувальних методик: гальванізації, електрофорезу, електростимуляції, електроімпульсації, діатермії, індуктотермії, дарсонвалізації, УВЧ-терапії тощо. Для кращого засвоєння цього складного і важливого як з фундаментальної, так і з прикладної точки зору навчального матеріалу ми пропонуємо студентам подати його у вигляді таблиці або опорної схеми. Прикладом може бути табл. 3.1.

Як засвідчив власний досвід, анкетування студентів, досить ефективною формою подачі лекційного матеріалу є електронний конспект лекції (ЕКЛ), основна складова якого – слайд (кадр) візуального подання навчальної інформації. Лекції з використанням мультимедійних засобів мають низку переваг порівняно з традиційними: строгість викладу, можливість наочного подання навчального матеріалу, доповнення лекційних демонстрацій комп'ютерними моделями.

Таблиця 3.1.

Узагальнена інформація про лікувальні методики, які базуються на дії електромагнітного поля

Метод	Діючий фактор	Частота	Ефекти у біологічних тканинах
Гальванізація, електроліз	Постійне електричне поле Постійний електричний струм I=10 *mA;* U=60–80 *B*	0	Поляризаційні Ефекти
Франклінізація (статдуш)	Постійне електричне поле високої напруженості $E=10^4–10^6$ *В/м*	0	Поляризаційні Ефекти
Електростимуляція	Імпульсні струми	1–150 Гц	Подразнення
Дарсонвалізація: – локальна – загальна	Низькочастотний розряд, аероіони, змінне магнітне поле (індукційні струми)	 110 кГц 440 кГц	Подразнення нервових рецепторів шкіри або слизових оболонок Зміна магнітних властивостей біологічно активних молекул
Діатермія: – хірургічна – терапевтична	Високочастотний електричний струм	0,5–2 МГц	Виділення теплоти $q=\rho j^2$
Індуктотермія	Змінне магнітне поле (індукційні струми)	10–15 МГц	Виділення теплоти $q\sim B^2\omega^2/\rho$
УВЧ-терапія	Змінне електричне поле (струми зміщення)	40–300 МГц	Виділення теплоти $q\sim\varepsilon\omega E^2$ Резонансне поглинання енергії $q\sim\varepsilon_0\varepsilon\omega^2E^2\mathrm{tg}\delta$
Мікрохвильова терапія	Електромагнітні хвилі НВЧ-діапазону (струми зміщення) Резонансне поглинання	$10^4–10^6$ МГц 50–60 ГГц	Виділення теплоти $q\sim\varepsilon\omega^2EH$ Специфічна нетипова дія

Посилюється ефективність сприйняття, активізується робота аналізаторів зору та слуху, забезпечуючи єдність дій, емоцій та вольових зусиль. Фізіологи стверджують [350], що пропускна здатність зорового аналізатора людини значно більша, ніж слухового – 5 млн. біт/с та 50 тис. біт/с інформації відповідно. Проведені дослідження показали, що у студентів-першокурсників лекція привертає увагу насамперед своєю фаховою спрямованістю. Лектор має співвіднести та органічно поєднати фундаментальні наукові знання з фізики з потребами суспільства та професійними інтересами аудиторії. Наприклад, вивчаючи фізичні основи застосування рентгенівського випромінювання в медицині, розглядаємо комп'ютерну рентгенівську томографію, яка базується на розробленому Г. Хаундсфілдом у 1963 р. математичному методі реконструкції об'ємних зображень з рентгенівських проекцій. Цей метод був втілений у медичну практику А. Мак-Кормаком у 1978 р. (Нобелівська премія 1979 р.). Розгляд цього матеріалу не може бути повним без відповідного відео зображення (рис. 3.3.).

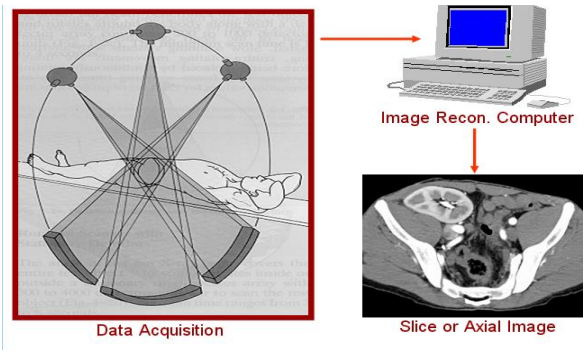


Рис. 3.3. Схема отримання зображення при рентгенівській томографії

Корисною буде інформація про нову концепцію комп'ютерної рентгенівської томографії з спіральним скануванням (рис.3.4). Спіральне сканування базується на варіації швидкості обертання відносно осі колімації і використовує поняття "пітч". Один пітч означає переміщення вздовж стола за оберт на 5 мм. Пітч 2 означає збільшення кроку спіралі вдвічі, тобто переміщення за один оберт на 10 мм.

Вибір оптимального пітча залежить від розміру ділянки, яку потрібно сканувати, і обмежується безпечною для пацієнта дозою опромінення, яка прямо пропорційна до тривалості сканування. Намагання досягти кращої якості зображення зменшенням пітча призводить до збільшення дози опромінення.

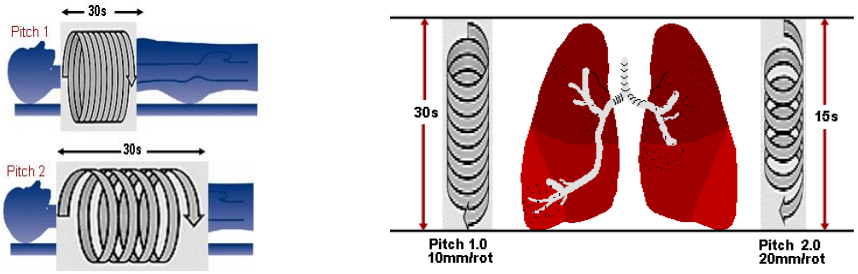


Рис. 3.4. Отримання зображення за спірального сканування при рентгенівській томографії

Безсумнівна перевага цього вдосконалення – отримання об'ємного зображення.Можлива навіть реконструкція зображення внутрішнього боку порожнинних органів, в тому числі й судин, серцевих клапанів тощо (рис. 3.5.).

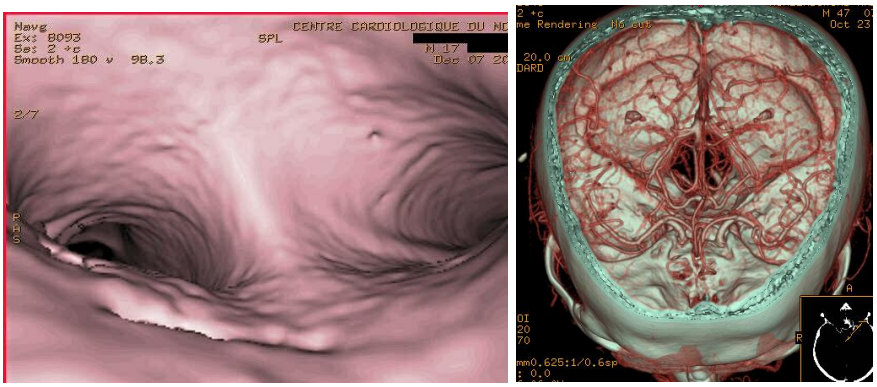


Рис. 3.5. Зображення судин зі спіральним скануванням при рентгенівській томографії

Особливо актуальним є візуальне подання навчального матеріалу при вивченні тих розділів і тем курсу, в яких подаються фундаментальні фізичні знання, що складають основу сучасних діагностичних та лікувальних методик. Так, дослідження теплового випромінювання лежить в основі термографії, вивчення магнетизму та квантової механіки має забезпечити основу для опанування методик електронного-парамагнітного та ядерного магнітного резонансу, ультразвуку – сучасних методик ультразвукової діагностики. Жодна з кафедр медичної та біологічної фізики не має обладнання, яке б дало можливість лабораторного знайомства з такими приладами через їх високу вартість, і тому в навчальному процесі мають бути ширше задіяні можливості інформаційно-комунікаційних технологій.

Використання ІКТ дає змогу значно посилити мотивацію до опанування навчального матеріалу та підвищити фахову спрямованість курсу за рахунок:

- віртуальної присутності студента в клініці, науковій лабораторії, профільній кафедрі;
- знайомства з сучасною медичною апаратурою як діагностичною, так і лікувальною;
- надання можливості спостерігати за процесами, які є недоступними при традиційній формі лекції (за швидкоплинними, чи, навпаки, дуже повільними, чи такими, що можуть бути спеціально змодельованими для даної лекції).

Однак позитивний вплив наочності на пізнавальну активність студентів визначається раціональним поєднанням слова викладача і засобу навчання, врахуванням індивідуальних особливостей студентів та їх умінням бачити наочність. Як стверджує М. Кирмайер [161], увага при використанні мультимедійних засобів подвоюється, що дає змогу економити 30 % часу при засвоєнні навчального матеріалу.

Роль електронного конспекту лекцій є позитивною і з огляду на той факт, що студенти мають можливість заздалегідь ознайомитися з матеріалом наступних лекцій у мережі Internet, проаналізувати його, виявити проблемні місця, підготувати запитання. Перегляд конспектів лекцій у студентів усього потоку показав, що при проведенні лекції з використанням ЕКЛ більшість студентів мали конспекти належної якості. Студенти намагалися зберегти форму слайдів, використовували маркери та фломастери, рисунки й діаграми були значно чіткішими, ніж за традиційної форми лекції.

Явну перевагу лекціям з використанням електронного конспекту надають студенти. Нами проведено анкетування студентів медичних факультетів №1 та №2 у 2005/06 навчальному році (загальна кількість респондентів 245). На думку 88 % респондентів у такому разі конспект є більш повним та якісним, зміст лекції зрозумілішим (84 %), краще запам’ятовується зміст лекції (80 %). Експеримент засвідчив, що студенти легко адаптуються до нового виду лекцій. Близько 75 % опитаних студентів відзначили покращення емоційного стану та підвищення

інтересу до лекцій. Жоден з респондентів не хотів би повернутися до традиційної форми лекції.

Студенти висловили також і критичні зауваження, які стосувалися палітри слайдів, підкреслень та виділень тексту кольором, розміру шрифтів, кількості тексту. Стало зрозумілим, що для різних аудиторій електронний конспект однієї і тієї ж самої лекції повинен бути різним. Так, в аудиторії студентів-іноземців більш розширеними мають бути понятєві слайди. Через мовні проблеми, відмінності у термінології у них виникає чимало проблем із засвоєнням понять, тому на слайдах потрібно не лише давати чітке означення поняття, а й тлумачення термінів, що входять до його складу, пояснення встановлених словосполучень тощо.

Розглянемо, як приклад, електронний конспект лекції "Фізичні основи електрокардіографії" (рис. 3.6).

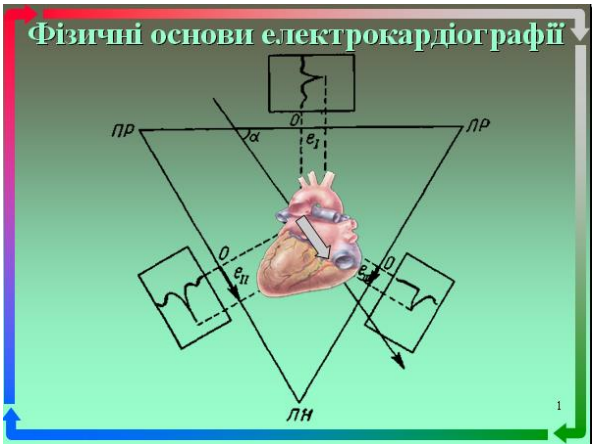


Рис. 3.6. Титульна сторінка електронного конспекту лекції "Фізичні основи електрокардіографії"

Як відомо, органи, тканини, окремі клітини та їх складники є електричноактивними, тобто процес їхнього функціонування супроводжується появою у навколишньому середовищі змінного електричного поля, характеристики якого (різницю потенціалів, напруженість, зумовлені ним струми тощо) можна зареєструвати. Одержану інформацію використовують для діагностики та з метою вивчення природи електричних явищ у біологічних тканинах. Реєстрацію різниці потенціалів між точками середовища, яке оточує електрично активні тканини, називають електрографією, а графік залежності цієї різниці потенціалів від часу – електрограмою (ЕГ). Електрографічний метод застосовують для клінічної

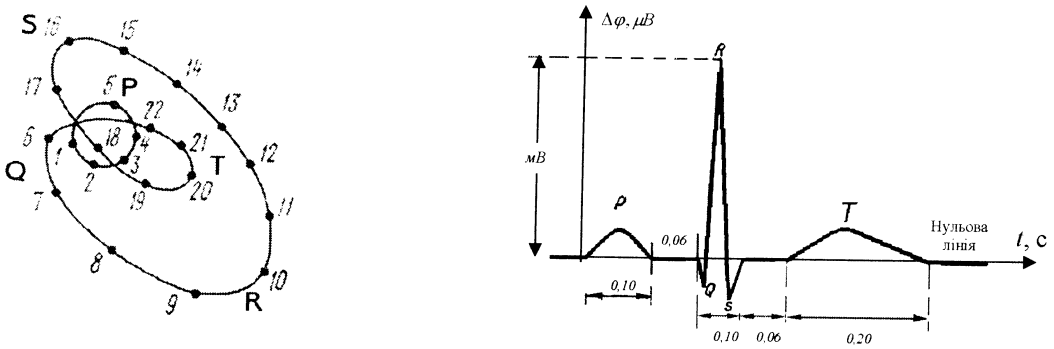
діагностики серця (електрокардіографія), м’язів (електроміографія), головного мозку (електроенцефалографія), сітківки ока (електроретинографія) тощо. У медичній практиці найбільшого застосування набуло дослідження електричної активності серця – електрокардіографія.

Велику кількість прихильників серед фахівців-кардіологів має концепція Ейнтховена, що є основою електро- та векторкардіографії. З деякими поправками та доповненнями ця концепція успішно використовується в сучасній медицині і дає змогу діагностування багатьох захворювань: тахі- та брадикардії, інфаркту міокарда, вроджених вад серця, виявлення дії на організм фармацевтичних препаратів тощо.

Формулювання теми лекції та мети її вивчення, супроводжується невеличким 30-секундним відеокліпом – фрагментом "The Cardiac Cycle" демонстраційної версії програми фірми Andromeda (Великобританія) з кардіології. Цей фрагмент ілюструє серцевий цикл 2D-ехокардіограмою у супроводі ЕКГ, графіків тиску в передсердях, шлуночках та аорті, а також фонокардіограми, яка містить сигнали першого та другого серцевих тонів. Це дає змогу мобілізувати увагу студентів, продемонструвати широчінь можливостей фізичних методів у діагностиці, надати навчальному матеріалу фахової спрямованості.

Крім зазначеного в лекції використовуються ще два відеокліпи. Одним із них є створений у Delphi студентами під керівництвом автора фрагмент, що демонструє поширення збудження у серцевому м'язі з плином часу. Протягом кардіоциклу змінюється локалізація ділянки збудження, зумовлюючи зміни модуля та напрямку еквівалентного електричного вектора серця (ЕЕВС), а отже, і різниці потенціалів у стандартних відведеннях. Графік залежності різниці потенціалів у певному відведенні від часу називають **електрокардіограмою.** Згідно з припущенням Ейнтховена, початок еквівалентного електричного вектора серця нерухомий і локалізований в атріовентрикулярному вузлі, а кінець описує складну просторову криву, що складається з трьох замкнених петель P, QRS, T (рис. 3.7). Оскільки різниця потенціалів *i*-го відведення прямо пропорційна проекції ЕЕВС на лінію цього відведення, то електрокардіограма є кривою з п’ятьма зубцями P, Q, R, S, T, що відповідають петлям, та трьома проміжками нульового потенціалу. Відеокліп

має часову відповідність щодо реального процесу і дає змогу зрозуміти генезис електрокардіограми. Акцентуємо увагу на тому, що важливе значення у діагностиці мають не лише амплітуди зубців, а й часові проміжки між ними та тривалість самих зубців, оскільки ця інформація свідчить про швидкість та послідовність поширення хвилі збудження.



А *б*

Рис. 3.7. Просторова крива, яку описує ЕЕВС впродовж кардіоциклу (*а*) та кардіограма (*б*)

Третій відеокліп, міститься у заключній частині лекції і демонструється після спільного із студентами аналізу недоліків моделі Ейнтховена, найістотнішими з яких є такі:

– організм є електрично неоднорідним середовищеи, його провідність змінюється не лише у просторі, а й у часі;
– кінець електричного вектора серця описує об’ємну, а не плоску криву;
– початок електричного вектора серця не є нерухомим;
– тіло людини має скінченні розміри і струмовий диполь не зовсім коректно розглядати як точковий.

Доцільно звернутися до аудиторії із запитанням: "Як можна подолати ці недоліки?". Студенти пропонують власні варіанти, лектор аналізує їх, а потім показує відеокліп, який демонструє можливості сучасних електрокардіографічних методів. Цей кліп лектор супроводжує коментарем, коротким аналізом проблем та перспектив фізичних методів дослідження роботи серця. Зокрема зазначає:

– у сучасній кардіографії використовують не 3, а 12 стандартних та цілий ряд спеціальних відведень;

– інформацію щодо просторових змін електричного вектора серця отримують методом векторкардіографії. За допомогою електродів, розташованих відповідним чином на тілі пацієнта, на екрані осцилографа отримують проекції вектора ***E*** на фронтальну, сагітальну та горизонтальну площини;
– у наукових дослідженнях використовують досконалішу мультипольну модель, у якій враховують те, що точки накладання електродів не є нескінченно віддаленими від серця, а біологічні тканини мають різну електропровідність, тобто не є однорідними провідниками;
– у випадках, коли безпосередній контакт з пацієнтом є недостпним, наприклад на етапі внутрішньоутробного розвитку плоду, використовують магнітокардіографію.

Крім трьох відеокліпів лекція містить також 12 – 15 слайдів, їх кількість залежить від аудиторії і може оперативно змінюватись у процесі викладу матеріалу.

Перший із слайдів демонструє основні результати теорії серцевого диполя Уоллера (1887 р.). У цій теорії серце розглядається як розташований у об'ємному провіднику генератор струму, що створює електричне поле. Експерименти свідчать, що у будь-який фіксований момент часу картина еквіпотенціальних поверхонь та силових ліній на поверхні тканин, що оточують серце, подібна до картини, створеної полем диполя, причому збуджена ділянка міокарда має негативний потенціал стосовно незбудженої.

Викладач аналізує рис. 3.8. Силові лінії (їх на рис. 3.8. позначено *c*) розпочинаються на позитивному полюсі (точка *A* на рис. 3.8), який був названий витоком, закінчуються на негативному – його називають стоком (точка *B* на рис. 3.8). Пряма, що проходить через полюси, називається віссю струму. Еквіпотенціальні поверхні (їх проекції на рис. 3.8 позначено *a* та *b*) перпендикулярні до силових ліній, а поверхня нульового потенціалу є площиною, яка ділить навпіл відрізок, що з'єднує полюси диполя.

Наведені результати складають основу теорії Уоллера, яка стала підґрунтям концепції (1912 – 1915 рр.) голландського вченого, нобелівського лауреата 1924 р., основоположника клінічної електрокардіографії Ейнтховена.

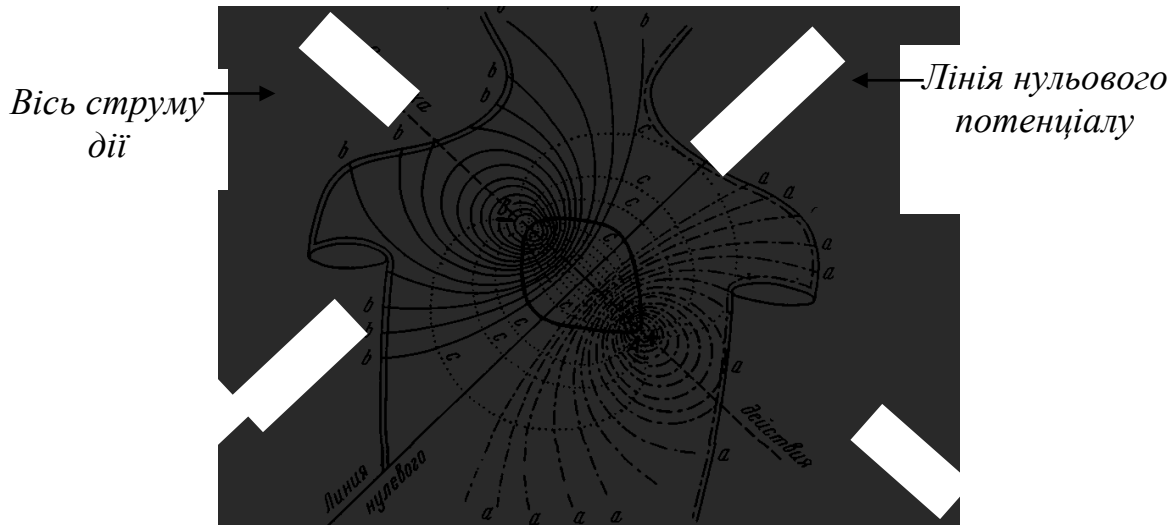


Рис. 3.8. Силові лінії та еквіпотенціальні поверхні електричного поля, створеного серцем

Наступний слайд містить вихідні положення теорії Ейнтховена:

– серце – генератор струму, що розташований у центрі грудної клітки як в об’ємному провіднику;
– вісь струму поділяє електричне поле на дві симетричні половини;
– тіло людини є однорідним провідником сферичної форми та нескінченно великих розмірів.

На окремому слайді демонструється схема еквівалентного генератора струму (рис. 3.9). Тут $R_Г$ та R – внутрішній опір генератора та опір зовнішньої ділянки кола відповідно, причому $R_Г >> R$, тому сила струму в колі не залежить від опору середовища.

Генератор струму, яким є серце, можна розглядати як систему, що складається з позитивного (витік) та негативного (стік) полюсів, розташованих на невеликій відстані $\boldsymbol{L}$ один від одного, і характеризується електричним моментом $\boldsymbol{D} = I\boldsymbol{L}$, де I – сила струму, $\boldsymbol{L}$ – вектор що з’єднує негативний полюс з позитивним. Напрямок вектора $\boldsymbol{D}$ збігається з напрямком струму внутрішнього кола генератора (тобто спрямований від знака "-" до знака "+").

Ця система подібна до електричного диполя (момент електричного диполя $\boldsymbol{P} = \boldsymbol{qL}$) і за аналогією її називають струмовим диполем. Однак у струмовому диполі, на відміну від електричного, йдеться не про розташовані на невеликій відстані один від

одного електростатичні заряди q протилежного знака, а про полюси генератора, між якими існує електричний струм.

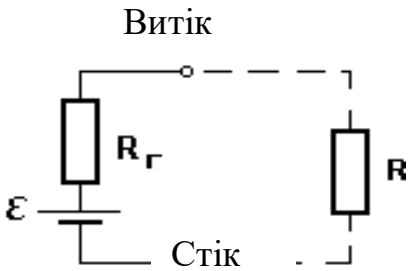


Рис. 3.9. Схема еквівалентного генератора струму

Розглядаючи поле, створене генератором струму в однорідному об'ємному провіднику, спочатку потрібно знайти потенціал поля φ окремо взятого одного з полюсів (струмового уніполя). Для цього потрібно скористатись законом Ома у диференціальній формі

$$\vec{j} = \sigma \vec{E},$$

який в даному випадку краще записати у вигляді:

$$j = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\varphi}{dr},$$

де ρ – питомий опір середовища, σ – питома електропровідність, $\vec{E}$ – напруженість електричного поля.

Як переконує досвід, доведення цієї важливої для подальшого розуміння формули краще виконувати традиційним методом – крейдою на дошці.

Згідно з означенням густина струму $j = \frac{I}{S} = \frac{I}{4\pi r^2}$,

де $S = 4\pi r^2$ – площа поверхні сфери радіуса r, через яку іде струм I (рис. 3.10). Звідси

$$d\varphi = -j\rho \cdot dr.$$

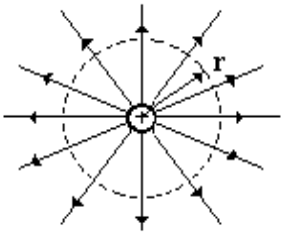


Рис. 3.10. Силові лінії струмового уніполя (до знаходження потенціалу струмового уніполя)

Інтегруючи ліву та праву частини рівності, отримуємо:

$$\int_0^r d\varphi = -\int_\infty^r \frac{I\rho}{4\pi r^2} dr .$$

Таким чином, $\varphi = \int_r^\infty \frac{I\rho}{4\pi r^2} dr = \frac{I\rho}{4\pi r}$

Далі потрібно знайти потенціал електричного поля струмового диполя. Він може бути визначений за принципом суперпозиції як сума потенціалів двох уніполів. Цей фрагмент лекції також, на нашу думку, треба проводити традиційним методом.

Якщо $\boldsymbol{L << r}$ (диполь точковий), то можна вважати, що $\boldsymbol{r \cdot r_1 \approx r^2}$, а $\boldsymbol{r_1 - r \approx L \cos \alpha}$ (рис. 3.11) Тоді потенціал подамо через проекцію моменту диполя:

$$\varphi = \frac{\rho IL}{4\pi r^2}\cos\alpha = \frac{\rho D}{4\pi r^2}\cos\alpha .$$

Концепція Ейнтховена не суперечить мембранній теорії і є її логічним наслідком. Як засвідчили фізичні експерименти з моделлю тулуба, в яку був поміщений генератор із заздалегідь відомим електричним вектором (Gelernter, Swihart, 1963 р.), властивості створюваного ним поля не зовсім адекватні біологічному (якщо дозволяє час, то можна продемонструвати на слайді схему досліду). У живому організмі джерелом струму є не окремий генератор, а їх сукупність. У зв'язку з цим у концепцію Ейнтховена були внесені поправки. Так, зокрема, міокард розглядають як сукупність генераторів струму і характеризують вектором

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^{n} \vec{D}_i ,$$

де n – загальна кількість струмових диполів. Вектор E інтегрально відображає розподіл струмів збудження у міокарді і його називають еквівалентним електричним вектором серця. Потенціал електричного поля, створеного серцем, можна подати у вигляді

$\varphi_A = \frac{\rho}{4\pi}\frac{E\cos\alpha}{r^2}\cos\alpha$, де r – відстань від центра ЕЕВС до точки A, ρ – питомий опір середовища, α – кут між вектором $\vec{E}$ і напрямком r.

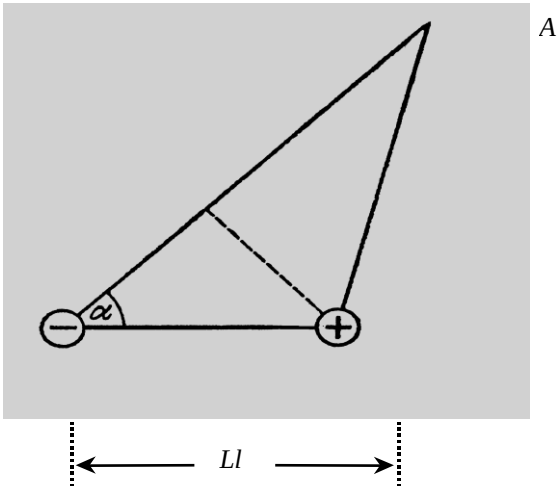


Рис. 3.11. До знаходження потенціалу поля струмового диполя

У цьому разі для позначення еквівалентного електричного вектора серця використовується не зовсім зручне позначення, адже, бо зазвичай, символом $\vec{E}$ у фізиці позначають напруженість електричного поля. Однак таке позначення традиційно використовують у фізіології та кардіології, тому, на наш погляд, воно є доцільним для позначення ЕЕВС.

Щоб відстежити механізм утворення кардіограми, потрібно застосувати отриману формулу для визначення різниці потенціалів між двома рівновіддаленими від $\vec{E}$ точками A і B (рис. 3.12) :

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{\rho E}{4\pi r^2}(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

Проведемо через точку O пряму, паралельну до AB. Нехай α – кут, утворений цією прямою і вектором $\vec{E}$, тоді:

$$\alpha_1 = \alpha + \frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{2}, \text{ а } \alpha_1 = \alpha - \frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{2},$$

звідки

$$(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1) = -2\sin\frac{2\alpha+\pi}{2}\sin(-\frac{\beta}{2}) = 2\sin\frac{\beta}{2}\cos\alpha.$$

Отже, $$\Delta\varphi_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \frac{\rho \sin \beta/2}{2\pi r^2} E\cos\alpha\,.$$



Рис. 3.12. До визначення різниці потенціалів струмового диполя у двох рівновіддалених точках *A* та *B*

Оскільки отримання цієї формули потребує громіздких, але елементарних тригонометричних перетворень, то в більшості випадків її доведення демонструємо у вигляді окремого слайду. При цьому акцентуємо увагу студентів на ключових моментах і пропонуємо самостійно доопрацювати цей матеріал. На лекції лише аналізуємо отриману формулу з точки зору її застосовності в кардіографії. Зазначаємо, що різниця потенціалів у двох рівновіддалених від ЕЕВС точках пропорційна проекції вектора ***E*** на пряму, що сполучає ці точки. Ця різниця потенціалів тим більша, чим більший питомий опір середовища ρ, чим ближче точки *A* та *B* до ЕЕВС (чим менше ***r)*** і чим більший кут ***β*** (чим більша відстань між точками *A* та *B*). Увівши коефіцієнт пропорційності, остаточну формулу запишемо так:

$$\Delta\varphi_{AB} = kE\cos\alpha = kE_{AB},$$

де $$k = \frac{\rho}{2\pi r^2}\sin\frac{\beta}{2}\ .$$

У будь-який фіксований момент часу ЕЕВС має одне конкретне значення, але проекції цього вектора на різні відведення будуть різними, тому однойменні зубці у першому, другому та третьому відведеннях мають різну конфігурацію та амплітуду. Цей висновок ілюструвався окремим слайдом (рис. 3.13).

Досвід використання електронного конспекту лекцій дав змогу систематизувати специфічні вимоги та розробити певні рекомендації, які сприятимуть інтеграції фундаментальності та фахової спрямованості курсу "Медична та біологічна фізика".

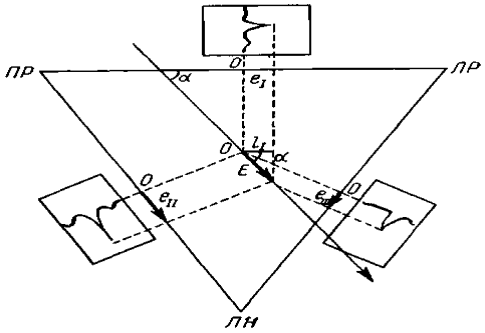


Рис. 3.13. Формування кардіограми у трьох стандартних відведеннях

1. Відбір інформації для кожного слайду потрібно проводити з надзвичайною старанністю та відповідальністю, розміщуючи на одному слайді всього декілька об’єктів чи рисунків і коротку текстову інформацію.
2. Необхідно вміло поєднувати кольори (сіро-зелені, сіро-голубі, жовто-зелені) та вибирати фон, щоб знизити втомлюваність зору.
3. Надмірна кількість анімаційних та аудіоефектів розсіює увагу, сповільнює темп сприйняття матеріалу тому щоб запобігти втомлюваності студентів, кількість слайдів – для однієї лекції має бути невеликою (за нашими спостереженнями, оптимальним є використання 15 – 25 слайдів).
4. Потрібно чергувати візуальну інформацію з усною розповіддю, поясненнями, доведеннями.
5. Побудову важливих з дидактичної точки зору рисунків, доведення формул доцільно виконувати крейдою на дошці, це створює ефект спільного подолання труднощів, сумісної роботи і полегшує сприйняття матеріалу.

3.1.2. Методика проведення лабораторних занять з курсу "Медична та біологічна фізика" в медичному університеті з використанням сучасних інформаційних технологій

Лабораторний практикум є невід'ємним елементом предметної підготовки з курсу "Медична та біологічна фізика". Важливою перевагою лабораторних занять порівняно з іншими видами аудиторної роботи є те, що вони інтегрують теоретико-методологічні знання, практичні навички та уміння в єдиній навчально-

дослідницькій діяльності. Поєднання теорії та експерименту в навчальній лабораторії активізує пізнавальну діяльність студентів, надає конкретного змісту здобутим теоретичним знанням. Лабораторний практикум формує у майбутніх лікарів основи експериментального методу дослідження: спостереження фізичних об’єктів та явищ, постановка та виконання досліду, вміння перевіряти гіпотези, техніку вимірювань фізичних величин, підходи до інтерпретації результатів фізичного експерименту, моделювання.

Під час виконання лабораторних робіт широко використовуються методи порівнянь, класифікацій, систематизації тощо. Ці методи надзвичайно важливі у фаховій діяльності, оскільки навчають підніматися від дослідницьких фактів через модельні уявлення та гіпотези до проникнення в суть проблеми, розкриття механізмів процесів та явищ, аналізу причинно-наслідкових зв’язків, інтерпретації отриманих результатів. Курс фізики є однією з небагатьох навчальних дисциплін у системі підготовки майбутнього лікаря, яка надає можливість ознайомитися з повним циклом наукового фізичного пізнання: факти → гіпотеза → теорія → наслідки → експеримент.

Основними цілями лабораторного практикуму є такі:

- дослідження фізичних явищ та законів;
- поглиблення теоретичних знань студентів;
- ознайомлення з технічними засобами;
- оволодіння методами вимірювань та обробки результатів вимірювань;
- ознайомлення з методом фізичного експерименту.

За змістом роботи, що складають лабораторний практикум в медичному університеті, можна поділити на чотири типи.

1. Роботи, націлені на оволодіння технікою та методами вимірювання фізичних величин, констант, характеристик біологічних об’єктів. Такими є, наприклад: "Методи точного зважування", "Визначення коефіцієнта поверхневого натягу", "Визначення коефіцієнта в’язкості" тощо.
2. Роботи, пов’язані з вивченням будови, принципу дії медичної апаратури, а також фізичних методів дослідження біологічних об'єктів: "Визначення

гостроти слуху аудіометричним методом", "Вивчення роботи кардіографа", "Фізичні основи реографії", "Фізіотерапевтична апаратура" та ін.

3. Роботи, пов’язані з перевіркою деяких фізичних законів, закономірностей та формул. До таких робіт належать: "Дослідження пружних властивостей кісткової тканини", "Дослідження дисперсії імпедансу біологічних тканин", "Визначення концентраційного потенціалу", "Дослідження температурної залежності коефіцієнта поверхневого натягу" та ін.
4. Творчі роботи, розраховані на дослідження фізичних явищ, виявлення певних закономірностей. Зазвичай такі роботи передбачають використання складної техніки і можуть бути досить тривалими у часі. Ці роботи є індивідуальними і реалізуються в рамках методу проектів. До робіт такого типу можна віднести проведені під керівництвом дисертанта дослідження люмінесценції плазми крові при ішемічній хворобі серця, дослідження фазових переходів у ліотропних рідинних кристалах, моделювання фармакокінетичних процесів тощо. У деяких випадках результати досліджень набули завершеного вигляду і були опубліковані у вітчизняних та зарубіжних наукових журналах, у ряді випадків наукова робота з фізики стала стартовою площадкою і студенти змогли використати здобуті знання та навички дослідницької роботи в клінічних наукових дослідженнях.

Доволі складною є проблема часової узгодженості лабораторного практикуму та лекційного курсу – завдання практикуму повинні йти за відповідною лекцією – такою є традиційна для вітчизняної дидактики послідовність. Зміщення на один-два тижні початку фізичного практикуму щодо початку лекцій розв'язує проблему лише частково. Такої часової послідовності вдається досягти лише при фронтальній організації лабораторного практикуму. Однак фронтальна форма проведення лабораторних робіт пов’язана з проблемою великої кількості однакового обладнання. Однотипність завдань призводить до запозичення результатів та прийомів вимірювання одних студентів у інших, що суперечить сучасним педагогічним тенденціям, які передбачають підвищення ролі самостійної роботи. Оптимальною є циклова організація лабораторного практикуму. При цьому всі

завдання можуть бути розділені на два цикли, перший з яких містить лабораторні роботи, що належать до розділів "Механіка" та "Електродинаміка", другий – "Оптика", "Квантова механіка" та "Біофізика". Доцільним є бригадне або ще краще – індивідуальне виконання лабораторних робіт, оскільки така форма передбачає самостійне виконання всіх етапів лабораторної роботи до отримання та подання у зручній формі результатів дослідження. Проблема часової узгодженості лекційного курсу та лабораторного практикуму може частково вирішуватися завдяки впровадженню в навчальний процес дискусійних лекцій, методика проведення яких передбачає попереднє ознайомлення з темами медичної та біологічної фізики, які розглядатимуться на лекції.

Для успішної професійної діяльності лікар повинен володіти *методами експериментального дослідження* природних явищ та процесів. Роль фізики в цьому аспекті є визначальною. Адже в ній вже з першого курсу студентам прищеплюються навички дослідницької роботи. Це здійснюється, в основному, за рахунок занять у лабораторному практикумі, на який відводиться значна частка аудиторних годин. Практикум не повинен розглядатися як ілюстрація до лекційного курсу. Виконуючи фізичний практикум, студент досліджує хоча й спрощено, реальні явища та об'єкти, які містять у собі одночасно всі (навіть ще не відкриті) закони природи. Студенти мають можливість побачити різницю між елегантними теоретичними викладками та неоднозначністю реальної ситуації. Лише аналізуючи реальні ситуації з їх невичерпним джерелом суперечностей, наявністю помилок та похибок, можна оволодіти експериментальним методом дослідження природи.

Майбутні лікарі мають засвоїти не лише основні поняття та закони сучасної фізики, а також і ознайомитися з технічними засобами та методами сучасних вимірювань, здобути навички експериментування. Однак обмеженість експериментальної бази, застаріле обладнання не дозволяють повною мірою реалізувати дидактичний потенціал лабораторного практикуму. Останнім часом чітко виявилася тенденція до істотного збільшення кількості комп’ютерів і, як наслідок, дедалі ширшого використання комп’ютерної техніки в лабораторному практикумі. У науці комп’ютерний експеримент поряд з натурним використовується майже 40

років. Такий експеримент широко застосовується у фізиці твердого тіла, плазми, поверхневих явищ, фазових переходів, у нанотехнологіях. Суть такого експерименту полгає в моделюванні фізичних явищ з використанням наближених до реальних моделей, що недоступні для аналітичних методів теоретичної фізики, або за наявності умов, що є недоступними з огляду на екстремальні значення параметрів досліджуваної системи. Часто в комп'ютерному експерименті вдається отримувати не лише якісні, а й кількісні результати, що добре узгоджуються з реальним дослідом.

В навчальній лабораторії комп'ютери використовуються у різноманітних аспектах: для проведення розрахунків, оцінювання похибок та статистичної обробки експериментальних результатів, автоматизованого контролю рівня знань, проведення експериментів за допомогою комп'ютерного моделювання (рис. 3.14).

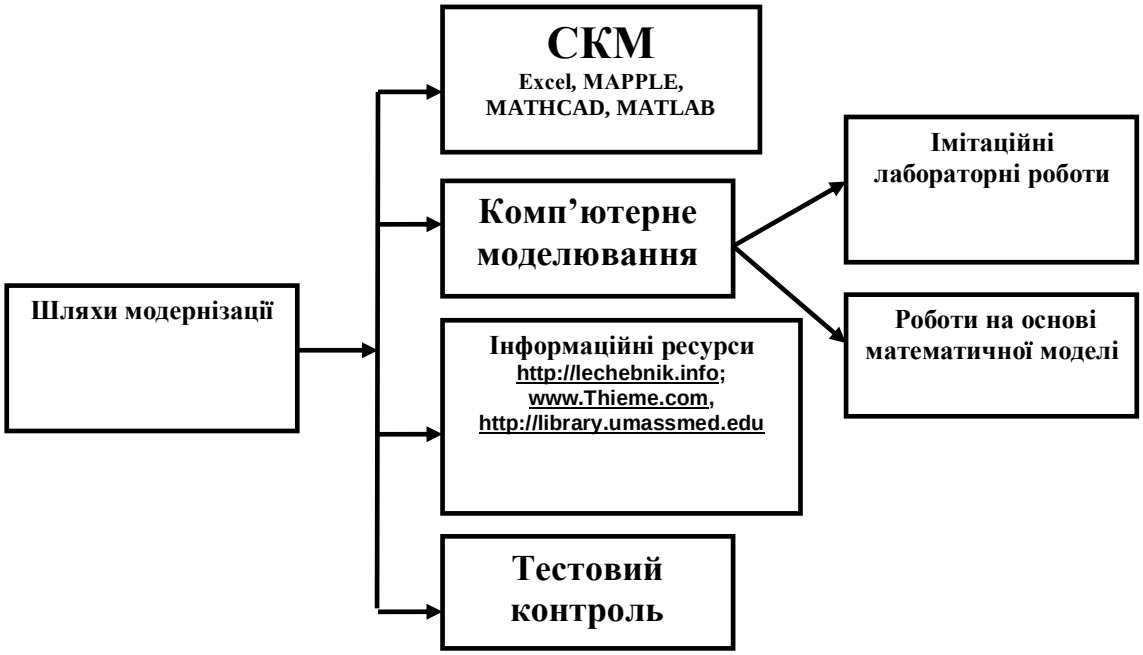


Рис. 3.14. Шляхи модернізації лабораторного практикуму через ІКТ

Оскільки комп'ютерний експеримент є досить наочним, його доволі часто використовують для ілюстрації явищ, які вивчаються. Прообразом такого використання є навчальні кінофільми та мультиплікації, які дозволяють розкрити суть досліджуваного явища, будову фізичної системи, динаміку протікання фізичних процесів тощо.

Використання ІКТ у фізичному практикумі дає змогу:

- розширити знання студентів у царині застосування методів статистичного опрацювання результатів вимірювань;
- збільшити кількість параметрів, що визначаються за результатами натурного експерименту;
- графічно й аналітично досліджувати явища, що відбуваються в живих організмах;
- поглибити як горизонтальні (між навчальними дисциплінами, що входять до загальноприродничого циклу), так і вертикальні (між біофізикою та клінічними дисциплінами) міжпредметні зв’язки;
- перевірити підготовку студента до заняття в режимі інтерактивного імітаційного моделювання;
- звільнити викладача від перевірки громіздких обчислень;
- індивідуалізувати роботу студента завдяки використанню різних варіантів виконання роботи та різних розрахункових завдань;
- збільшити обсяг фізичного матеріалу, що вивчається, за рахунок скорочення обсягів рутинних розрахунків.

Комп’ютерним експериментом можна керувати, тому за певних умов він може стати не просто дослідною демонстрацією, а справжньою лабораторною роботою. Концепція використання комп’ютерів у навчальній лабораторії, на наш погляд, має відображати ситуацію, що склалася на сьогодні в науковій лабораторії. Недостатньо, на нашу думку, використовуються комп'ютери для збору та обробки великих масивів інформації, числового моделювання, визначення оптимальних параметрів різних процесів. Методи моделювання дають можливість досліджувати протікання фізичних процесів при зміні різних фізичних параметрів, значення яких може змінювати сам студент під час виконання лабораторної роботи.

Однак роль комп’ютерного експерименту в сучасному лабораторному практикумі є досить неоднозначною. З одного боку, комп'ютерний експеримент дозволяє відтворювати велику кількість складних, але важливих з дидактичної точки зору фізичних дослідів. З іншого боку, фізика – наука експериментальна і практично всі фізичні знання здобуті дослідно. У науці фізичний експеримент є і засобом

накопичення первинних знань про природу, і критерієм достовірності отриманих висновків. У навчальному процесі ситуація дещо інша: експеримент відіграє важливу, але все-таки допоміжну роль. Експериментальним шляхом знання студентами здобуваються надзвичайно рідко, здебільшого досліди лише є підтвердженням або ілюстрацією отриманих знань і дають можливість набувати практичних умінь та навичок. При навчанні фізики головним джерелом фізичних знань є не дослід, як у науці, а інформація про нього (лекція, підручник, стаття тощо). Це цілком зрозуміло, оскільки студентам надаються лише ті знання, які складають "магістральний" шлях еволюції фізичної науки. Аналіз наукової літератури останніх років свідчить про численні розробки комп'ютерних лабораторних робіт та активне впровадження їх у навчальний процес. Така модернізація лабораторного практикуму є досить неоднозначною і потребує належної обережності у впровадженні. Результатом використання комп'ютерних технологій має бути не інформатизація всього та вся, а створення комфортного інформаційного простору.

Заміна реальних лабораторних робіт на комп’ютерне моделювання може створити хибне уявлення про фізичні методи наукового пізнання. Комп’ютерний експеримент потрібно використовувати лише тоді, коли немає можливості виконати натурний фізичний експеримент (через відсутність матеріально-технічної бази або через його складність, чи довготривалість, чи з інших причин) або тоді, коли комп’ютерний дослід є більш наочним і дає змогу проникнути в суть досліджуваного явища чи об’єкта.

Термін "комп’ютерне моделювання" можна трактувати по-різному. Проведений нами аналіз дав можливість виокремити два основних напрямки використання комп’ютерного моделювання в лабораторному практикумі.

1. Доволі часто під комп’ютерним моделюванням розуміють лише імітацію деякого фізичного процесу, побудову графіків і рисунків за допомогою готових аналітичних формул. Така комп’ютерна модель є лише формальною заміною реальних фізичних об’єктів та процесів і реалізується завдяки анімації. Вона не передбачає отримання нових результатів, дослідження нових властивостей об’єкта. Стосовно такого процесу доцільно вживати термін

"імітаційне моделювання (імітаційна лабораторна робота)". Робота з імітаційними комп'ютерними моделями дозволяє істотно зекономити час при підготовці та проведенні складних експериментів; можливість багаторазово повторити експеримент дасть змогу набути навичок аналізу результатів експерименту, вміння їх узагальнювати та формулювати висновки.

2. Другий напрямок – моделювання явищ та процесів на основі побудови математичної моделі, яка дає змогу змінювати умови перебігу процесів, визначати та розраховувати необхідні параметри і адекватно описує реальні процеси та явища. Кінцевою метою такого комп'ютерного моделювання в навчальному процесі є отримання нових результатів, яких або неможливо, або надзвичайно складно досягти традиційними методами і засобами навчання. Таке комп'ютерне моделювання інтегрує в собі теоретичні та експериментальні методи дослідження. Використання ІКТ дає можливість здійснити збір інформації, забезпечити умови проведення наукового дослідження, формує інформаційну культуру. Рівень сформованості інформаційної культури майбутнього лікаря, на нашу думку, визначається насамперед вмінням сформулювати реальну проблему в термінах адекватної моделі і вмінням правильно інтерпретувати результати дослідження.

Роль комп'ютерного експерименту великою мірою залежить від того, чи це є імітаційна лабораторна робота, чи експеримент, в якому моделюється реальний фізичний процес або явище.

Роль імітаційних робіт, на думку автора, досить обмежена. Якщо існує аналогічна реальна лабораторна робота і вона є доступною, то комп'ютерну імітацію можна використовувати лише як тренажер. Інакше кажучи, заміна реальної лабораторної роботи на імітаційну виправдана лише тоді, коли постає дилема: зовсім нічого не демонструвати чи виконати комп'ютерний експеримент. Імітаційні лабораторні роботи мають сенс, якщо аналогічний реальний експеримент у навчальній лабораторії здійснити неможливо в силу різних обставин: дороге обладнання, складність досліду, надто велика його тривалість, екологічна небезпечність тощо. Так, у сучасній медицині широко використовують ультразвукове дослідження (УЗД), проте жодна з кафедр фізики не має обладнання для

проведення відповідної лабораторної роботи. Імітаційна робота може допомогти студентам опанувати фізичні основи методу УЗД**.**

В однорідному середовищі хвиля поширюється однаково у всіх напрямках. Якщо ж середовище неоднорідне і різні його ділянки мають різну структуру, то швидкість поширення хвилі на таких ділянках буде різною. На межі поділу середовищ, швидкість поширення звуку в яких різна, відбуваються явища *відбивання* та *заломлення* звукових хвиль. Закони відбивання та заломлення звукових хвиль є аналогічними до законів відбивання та заломлення в оптиці.

При відбиванні звуку від поверхні, перпендикулярної до напрямку поширення хвилі, звук повертається назад до свого джерела. Відбивання звуку використовують при визначенні відстаней до різних предметів. Звуковий сигнал, випромінюваний джерелом, спочатку поширюється до перешкоди, а потім, відбившись, повертається до джерела. Відстань *s* від джерела до перешкоди (рис. 3.15, *а*) дорівнює половині відстані, яку проходить звукова хвиля. Вимірявши проміжок часу між випромінюванням звукового сигналу і його поверненням до джерела, відстань від джерела хвилі до перешкоди знайдемо з виразу $s = \frac{1}{2}\upsilon t$, де υ – швидкість поширення звуку.

Якщо перешкода рухома, то після відбивання від неї змінюється частота хвилі. Частота хвилі змінюватиметься також тоді, коли джерело звуку або приймач рухатимуться відносно середовища, в якому поширюється звук. Зміна частоти звуку, що сприймається при відносному русі джерела або приймача звуку, називається ефектом Доплера. У медицині часто використовується випадок, коли звук, після відбивання від рухомої перешкоди сприймається нерухомим приймачем (подвійний ефект Доплера). Розрахуємо частоту, з якою цей звук сприйматиметься приймачем, що знаходиться поряд з нерухомим джерелом (рис. 3.15. *б*). Відбита хвиля у системі відліку, пов'язаній з перешкодою, не змінить своєї частоти, а змінить лише напрямок поширення на протилежний. Отже, матиме частоту ν', період $T' = \frac{1}{\nu'}$, довжину хвилі

$\lambda' = \frac{\upsilon}{\nu'} = \upsilon T'$. Приймач фіксуватиме цю хвилю як таку, що випромінена перешкодою (рухомим джерелом). Довжина хвилі при цьому

$$\lambda'' = (\upsilon - v)T' = \lambda' - \frac{u}{\nu'} = \frac{\upsilon}{\nu'} - \frac{u}{\nu'}.$$

Частоту, яку сприймає такий спостерігач, позначимо ν'', вона пов'язана з довжиною хвилі співвідношенням $\lambda'' = \frac{\upsilon}{\nu''}$. Порівнюючи вирази для λ'', отримуємо $\frac{\upsilon}{\nu''} = \frac{\upsilon - u}{\nu'}$, звідси $\nu'' = \nu' \frac{\upsilon}{\upsilon - u}$.

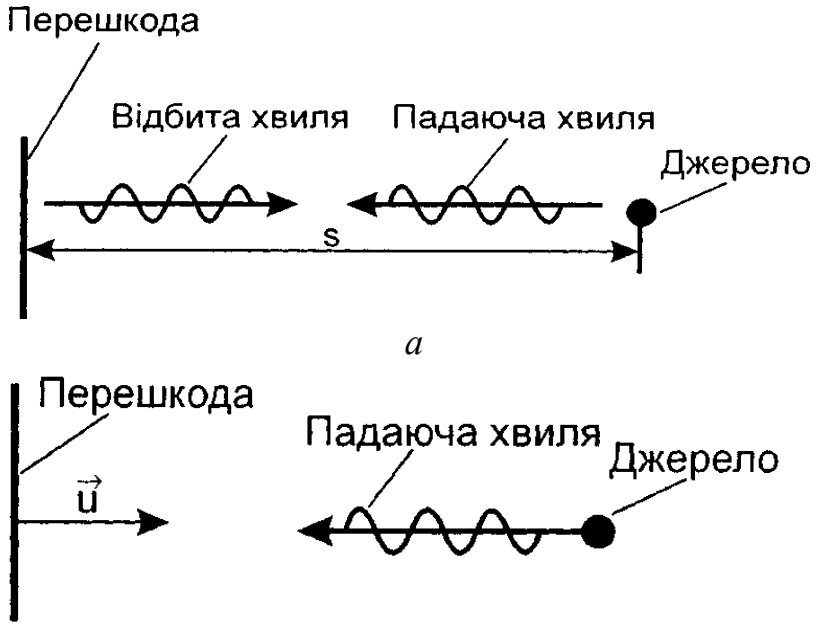


Рис. 3.15. Відбивання звуку від перешкоди нерухомої (*а*) та рухомої (*б*)

Підставивши в це співвідношення вираз для частоти ν', дістанемо, що нерухомий спостерігач після відбивання звукової хвилі від рухомої перешкоди буде сприймати її з частотою

$$\nu'' = \nu \frac{1 + \frac{u}{\upsilon}}{1 - \frac{u}{\upsilon}}$$

При $u > 0$ (перешкода рухається в напрямку до спостерігача) спостерігач фіксуватиме збільшення частоти. Якщо ж перешкода віддалятиметься від спостерігача ($u < 0$), то він буде фіксувати зменшення частоти.

З останнього рівняння випливає, що за зміною частоти відбитого звуку можна визначити швидкість руху перешкоди. Таким чином, за допомогою звукових хвиль можна знайти не тільки відстань до перешкоди, а й швидкість її руху. Цю особливість широко використовують у медицині та техніці. Наприклад, визначають швидкість руху крові по судинах, досліджують роботу окремих органів та їх систем при ультразвукових дослідженнях.

Мірою опору середовища проходженню УЗ-хвиль є акустичний імпеданс $Z = \rho \cdot c$, де ρ – густина середовища, c – швидкість звуку в середовищі. Коефіцієнт відбивання УЗ-хвиль від межі поділу двох середовищ дорівнює відношенню інтенсивності відбитої хвилі до інтенсивності падаючої хвилі і залежить від значень акустичного імпедансу цих середовищ:

$$\alpha = \frac{I}{I_0} = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right)^2 .$$

Скориставшись таблицею типових значень акустичного імпедансу і знаючи, що відбитий сигнал вдається зареєструвати навіть при пропусканні всього 1 % енергії, студенти можуть моделювати процеси, що спостерігаються при УЗД в організмі людини.

Так, на жировому прошарку м’яза коефіцієнт відбивання дорівнює 0,1; при переході від жирової до кісткової тканини – 0,6. При попаданні з повітря на шкіру коефіцієнт відбивання наближається до 1, тому потрібно використовувати спеціальні гелеві прошарки.

Таблиця 3.2

Акустичний імпеданс деяких біологічних тканин та повітря

Середовище	Z , $\frac{кг}{м^2 \cdot с}$
Повітря	430
Жирова тканина	$1{,}38 \cdot 10^6$
Кров	$1{,}59 \cdot 10^6$
Кісткова тканина	$6 \cdot 10^6$

Важливо показати розширення можливостей УЗД при використанні ефекту Доплера. Якщо джерело УЗ-хвиль (або перешкода, від якої вони відбиваються) рухається відносно приймача, то змінюватиметься частота УЗ коливань. За зміною частоти можна визначити швидкість руху джерела УЗ або перешкоди, від якої ультразвук відбивається. Для знаходження швидкості крові в судинах використовують формулу

$$\vartheta = \frac{c\Delta\nu}{2\nu\cos\theta}$$

Ультразвуковий зонд містить датчик, який створює сигнал (завдяки п’єзоелектричному ефекту) і приймає УЗ-імпульси. Ситуацію від зонда обробляють за допомогою комп’ютера (ри

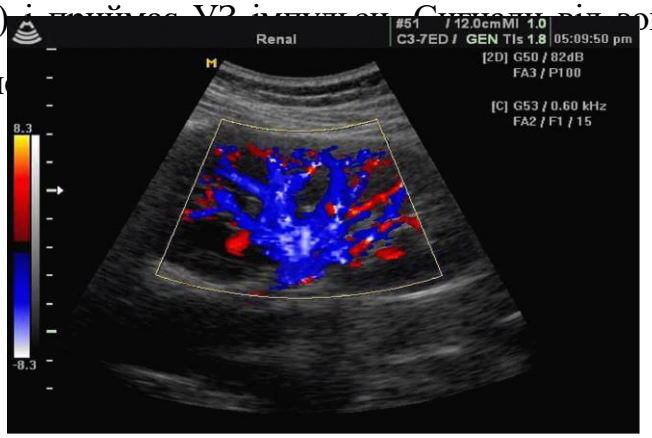


Рис. 3.16. Зображення, отримане за допомогою доплерографії

Імітаційне моделювання дозволяє ознайомитися з двома найпоширенішими методами УЗ-сканування: *A*-сканування (відбиті сигнали відображаються у вигляді піків на екрані осцилографа; за відстанню між піками встановлюють глибину проникнення променів) та *M*-сканування (відображені імпульси мають вигляд плям, інтенсивність яких є мірою їх амплітуди). Аналогічною є ситуація з МРТ, ЕПР та іншими сучасними діагностичними та лікувальними методиками, в основі яких лежать певні фізичні явища та процеси.

Можливості комп'ютерного моделювання значно ширші, ніж імітаційних комп’ютерних лабораторних робіт. Оскільки комп’ютерне моделювання набуває дедалі більшого значення в наукових дослідженнях, поступово має підвищуватися його роль і в навчальному процесі, адже фізичний практикум має відповідати сучасному рівню науки й техніки та реально відображати ситуацію, що має місце у

відповідній науковій галузі. Майбутній фармацевт, лікар, медичний працівник повинен володіти навичками фізичного експериментування та фізичних вимірювань, які є послідовністю операцій, що виконуються експериментально за допомогою технічних засобів і дозволяють знайти з певною точністю значення фізичної величини, яка характеризує досліджуваний об’єкт чи явище. Якщо замість звичайного експерименту проводити комп'ютерний, то великий ризик, що у студентів не сформується правильне уявлення про експериментальний метод у фізиці.

Варто акцентувати увагу студентів на тому, що у понятті “вимірювання” відображені такі головні його ознаки:

1) виміряти можна лише фізичні величини, тобто властивості об’єктів, що реально існують, причому поняття “фізична величина” розповсюджується на властивості, що вивчаються не лише у фізиці, а й в інших галузях науки і техніки;
2) вимірювання вимагає обов’язкового проведення дослідів, тобто теоретичні міркування або розрахунки не можуть замінити експеримент;
3) для проведення дослідів необхідні особливі технічні засоби – засоби вимірювання у взаємодії з матеріальним об’єктом;
4) результатом вимірювань є знайдене з певною точністю значення фізичної величини.

Принципова особливість вимірювання полягає у відображенні значення фізичної величини числом, причому числом іменованим, інакше кажучи, результат вимірювання має бути відображений у певних, прийнятних для даної величини, одиницях вимірювання. Тільки в цьому разі результати вимірювань, отримані різними засобами вимірювань і різними експериментаторами, можуть бути зіставленими. Поряд з розробкою й удосконаленням вимірювальних приладів, виникає потреба в еталонах мір фізичних величин (довжини, маси, часу та інших), а також у системах одиниць вимірювання фізичних величин. На сьогодні найбільшу перевагу віддають Міжнародній системі одиниць (СІ), однак у медичних дослідженнях досить часто використовують позасистемні одиниці: пуаз, рентген,

сіменс тощо, тому студенти повинні володіти навичками переходу від одиниць однієї системи вимірювання до іншої.

У результаті вимірювання ми дізнаємось, у скільки разів вимірювана величина більша або менша за величину, прийняту за одиницю вимірювання. Слід зазначити, що жодне вимірювання не може бути виконане абсолютно точно, результат завжди має певну похибку. Вимірювання, виконані за допомогою лабораторних інструментів та приладів, також обтяжені більшою або меншою похибкою. Очевидно, що при вимірюваннях, як правило, неможливо зробити похибку меншою ніж та, яка визначається похибкою даного вимірювального приладу. Інакше кажучи, якщо маємо лінійку, довжина якої при її виготовленні визначена з похибкою 0,1 % (тобто з точністю до 1 мм для метрової лінійки), то, застосовуючи її, не можна намагатись виміряти довжину, скажімо, з точністю 0,01 % (тобто з точністю до 0,1 мм для метрової лінійки). Про це очевидне положення, на жаль, експериментатори (особливо експериментатори-нефізики) часто забувають. Тому метою вимірювання є не тільки знаходження самої величини, але й оцінювання допущеної при вимірюванні її похибки. Існують різні способи обробки отриманих із експерименту даних, які дають змогу зробити таку оцінку. Незважаючи на їх простоту, вони не завжди знаходять належне застосування в дослідницькій діяльності медичних працівників.

Зазвичай експериментатори намагаються провести дослідження з найбільшою точністю, тобто зробити похибку вимірювань якнайменшою. Але не потрібно намагатись отримати зайву точність там, де вона не є необхідною, і навпаки, слід докладати максимум зусиль для одержання наступного десяткового знаку вимірюваної величини, коли це потрібно – інколи підвищення точності дає можливість відкрити нові, невідомі раніше закономірності.

Оскільки отриманий результат вимірювання фізичної величини відрізняється від її істинного значення, то цей результат має цінність тільки тоді, коли вказана похибка експериментально отриманого значення. Причому, як правило, визначають похибку результату вимірювання та ступінь його достовірності.

Майбутні лікарі та фармацевти мають розуміти, що завдяки дії багатьох факторів результат кожного окремого вимірювання фізичної величини x_i відрізняється від її істинного значення x, яке точно визначити неможливо, а також що з одного вимірювання фізичної величини неможливо дійти висновку щодо ймовірності отриманого значення, а необхідно провести декілька вимірювань фізичної величини. За найбільш імовірне значення величини, що вимірюється (близьке до її істинного значення), потрібно прийняти середнє арифметичне $\bar{x}$ всіх n результатів вимірювань $x_1, x_2, ..., x_n$.

Не очевидним для студентів-медиків є факт, що значення абсолютної похибки вимірювань є недостатнім свідченням про дійсну їх точність, що слід абсолютну похибку вимірювання порівнювати з самою вимірюваною величиною, а отже, не очевидна доцільність використання відносної похибки. Потрібно показати, що чимм менша абсолютна похибка і більше значення вимірюваної фізичної величини, тим менша відносна похибка і, відповідно, вища точність проведених вимірювань. При вимірюванні одного і того ж значення фізичної величини відносна похибка зменшуватиметься зі зменшенням абсолютної похибки. При вимірюваннях з однаковою абсолютною похибкою відносна похибка буде найменшою для найбільшого значення вимірюваної фізичної величини. Цей факт є підставою для коректного вибору діапазону шкали вимірювального приладу в кожному конкретному випадку.

Студенти повинні розрізняти такі три види похибок вимірювань фізичних величин: грубі похибки або огріхи, систематичні та випадкові похибки, і розуміти суть прийомів, які дозволяють виявляти та уникати грубих похибок. Після виявлення і виключення грубої похибки абсолютну похибку результату вимірювань Δx можна розглядати як випадкову величину, що дорівнює сумі модулів абсолютних систематичної Δx_c та випадкової $\Delta x_в$ похибок:

$$\Delta x = \Delta x_c + \Delta x_в .$$

Оскільки при вимірюваннях фізичних величин діє багато випадкових факторів, які спотворюють їх істинні значення, то і в процесі вимірювань отримуємо випадкові їх значення. Правила обробки і подання випадкових величин базуються на

методах теорії ймовірностей і математичної статистики, які включають в себе не тільки процедури знаходження середніх арифметичних значень фізичних величин, їх абсолютних і відносних похибок вимірювань, але й оцінку достовірності отриманих результатів. Надійність та точність отриманих результатів оцінюють за допомогою довірчих інтервалів (інтервалів певності [325]). *Довірчим* (інтервалом певності) називають інтервал ($\bar{x}$-δ; $\bar{x}$+δ), який містить істинне значення фізичної величини з заданою ймовірністю γ. Півширина довірчого інтервалу δ є характеристикою точності вимірювань, ймовірність γ характеризує ступінь достовірності отриманого результату, тобто його надійність.

Різноманітність фізичних величин, що вимірюються, умов проведення вимірювань, засобів отримання результатів зумовлює велику різноманітність вимірювань. Водночас велика кількість конкретних вимірювань, незважаючи на їх зовнішню відмінність, має багато спільного і вони часто виконуються за однаковою схемою. Це дає можливість виявити загальні закономірності, систематизувати їх і тим самим значно полегшити вивчення цієї теми. Залежно від виду функціонального зв’язку між шуканою і безпосередньо вимірюваною фізичними величинами, а також від способу отримання числового значення всі вимірювання поділяють на прямі, непрямі, сукупні і змішані.

Розглядаючи прямі вимірювання, ми спираємося на знання, отримані в шкільному курсі фізики і лише звертаємо увагу, що при одноразових прямих вимірюваннях похибка визначається точністю вимірювального приладу.

Непрямі вимірювання складніші за прямі, однак, вони широко застосовуються в медичній практиці тоді, коли безпосереднє вимірювання (тобто пряме вимірювання) шуканої величини виконати неможливо, або тоді, коли непрямі вимірювання дають змогу отримати точніший результат, ніж прямі. При непрямих вимірюваннях шукана величина знаходиться за формулою (розраховується), яка містить величини, отримані шляхом безпосередніх вимірювань.

Оцінку середньої квадратичної похибки середнього арифметичного у випадку рівноточних вимірювань знаходять за формулою

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2} ,$$

де n – кількість вимірювань.

Важливо пояснити математичний зміст величини $s_{\bar{x}}$. У загальному випадку середнє арифметичне значення $\bar{x}$ і середньоквадратична похибка випадкової вибірки відрізнятимуться від математичного сподівання a і середнього квадратичного відхилення генеральної сукупності. Кожного разу для нової випадкової вибірки (нової серії вимірювань) значення цих параметрів будуть іншими. За великої кількості дослідів знайдене в результаті кожної серії значення $\bar{x}$ розподіляється біля істинного значення за законом, близьким до нормального з дисперсією σ^2, яка дещо відрізняється від $s_{\bar{x}}^2$. За великої кількості дослідів імовірність того, що x, знайдене в деякій серії вимірювань, буде відрізнятися від істинного значення не більше ніж на $s_{\bar{x}}$, складає 63,3 %; при ймовірності відхилення, що відрізняється менше ніж на $2s_{\bar{x}}$, дорівнює понад 95,4 % і т. д. Величину $3s_{\bar{x}}$ називають межею випадкового відхилення результату окремого спостереження. Вона є одним із критеріїв промаху. Ймовірність того, що випадкова величина матиме відхилення більше за $3s_{\bar{x}}$ менша 0,27 %. Для єдиної серії дослідів $s_{\bar{x}}$ служить важливою оцінкою, але точного кількісного змісту не має.

Таким чином, оцінивши з експерименту математичне сподівання та середнє квадратичне відхилення, можна побудувати довірчий інтервал $(\bar{x} - \delta;\ \bar{x} + \delta)$, у який потрапляє істинне значення вимірюваної величини з наперед заданою ймовірністю γ. Півширина довірчого інтервалу δ характеризує точність вимірювань.

Довірча ймовірність задається, виходячи з конкретних умов експерименту, і має значення, близькі до одиниці: 0,95; 0,99; 0,999. Проілюструємо це прикладом. Нехай $\gamma = 0{,}99$, а вибірка має об'єм $n = 100$. Якщо йдеться про час руху поїзда між станціями, то це означатиме, що лише один із ста поїздів порушив графік. Це допустимо. А для парашутного заводу – з 100 парашутів один бракований – це зовсім поганий показник. У лабораторних дослідженнях, як правило, γ приймають такою, що дорівнює 0,95.

На практиці доволі часто точність вимірювань характеризують середнім арифметичним абсолютних значень абсолютних похибок

$$\Delta x = \frac{|\bar{x} - x_1| + |\bar{x} - x_2| + ... + |\bar{x} - x_n|}{n}.$$

Студенти мають розуміти, що такий спосіб до певної міри оправданий, проте він не дозволяє побудувати довірчий інтервал, а отже, оцінити ймовірність, з якою вимірювана величина набуває даного значення.

Методи побудови довірчого інтервалу найзручніше розглядати на конкретних прикладах, які мають професійну орієнтованість. Задача оцінювання істинного значення вимірюваної величини розв'язується по-різному, залежно від того, відоме чи ні середнє квадратичне відхилення σ.

Приклад 1. Виконано шість рівноточних зважувань таблетки, отримані значення мас подано в таблиці. Визначити середнє значення маси таблетки, знайти абсолютну похибку при довірчій імовірності γ = 0,95. Вважати, що систематична похибка значно менша від випадкової.

N	1	2	3	4	5	6
X, мг	99,9	99,8	99,6	99,1	99,2	99,2

Р о з в’я з а н н я.

1. Визначимо середнє арифметичне значення мас:

$$\overline{m} = \frac{99{,}9 + 99{,}8 + 99{,}6 + 99{,}1 + 99{,}2 + 99{,}2}{6} = 99{,}5\,(\text{мг}).$$

2. Оцінимо випадкову середньоквадратичну похибку:

$$s_{\overline{m}} = \sqrt{\frac{(99{,}9 - 99{,}5)^2 + ... + (99{,}2 - 99{,}5)^2}{6 \cdot 5}} \approx 0{,}14\ (\text{мг}).$$

3. Враховуючи, що кількість вимірювань $n = 6$, а довірча ймовірність γ = 0,95, знайдемо за таблицею значення коефіцієнта Стьюдента, а потім і абсолютну похибку:

$$\Delta m = t_{0,95;6} s_{\overline{m}} = 2{,}57 \cdot 0{,}14 = 0\ ,3(\text{мг}).$$

4. Остаточно результат визначення маси таблетки запишемо

$$m = (99{,}5 \pm 0{,}3)\text{мг при } n = 6,\ \alpha = 0{,}05\ (\gamma = 0{,}95)$$

Відносна похибка: $\varepsilon_{\overline{m}} = 0{,}14\ \%$

Потрібно також розглянути конкретний випадок обробки результатів непрямих вимірювань. Простим і зрозумілим прикладом є визначення густини таблетки. Густина речовини є показником, що має важливе значення в ряді медичних та фармацевтичних досліджень. Наприклад, визначення густини кісткової тканини (денситометрію) використовують при обстеженні на остеопороз; густина речовини є одним із показників, що встановлюються для контролю якості лікарських препаратів. Це й зрозуміло, адже, наприклад, швидкість розчинення таблетки великою мірою залежить від її густини.

Приклад 2. У таблиці подано результати зважувань п’яти таблеток амідопірину, а також результати вимірювань їхньої товщини та діаметра.

m_i, г	0,388	0,390	0,387	0,389	0,388
h_i, см	0,53	0,54	0,53	0,55	0,54
d_i, см	0,92	0,92	0,93	0,93	0,91

Знайти густину речовини таблетки, оцінити абсолютну та відносну похибки при довірчій ймовірності $\gamma = 0{,}95$. Вважати, що випадкова похибка значно перевищує систематичну.

Р о з в’я з а н н я.

1. Оскільки густину можна обчислити за формулою:

$$\rho = \frac{4m}{\pi d^2 h},$$

знайдемо спочатку середні значення безпосередньо виміряних величин

$$\overline{m} = \frac{0{,}388 + 0{,}390 + 0{,}387 + 0{,}389 + 0{,}388}{5} = 0{,}388 \text{ (г)};$$

$$\overline{h} = \frac{0{,}53 + 0{,}54 + 0{,}53 + 0{,}55 + 0{,}54}{5} = 0{,}54 \text{ (см)};$$

$$\overline{d} = \frac{0{,}92 + 0{,}92 + 0{,}93 + 0{,}93 + 0{,}91}{5} = 0{,}92 \text{ (см)}.$$

2. Середнє значення густини $\overline{\rho} = \frac{4\overline{m}}{\pi \overline{d}^2 \overline{h}} = 1{,}09$ г/см^3 .

3. За формулою $s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$ знаходимо оцінки середнього квадратичного відхилення середніх значень

$$s_{\bar{m}} = \sqrt{\frac{0{,}002^2 + 0{,}001^2 + 0{,}001^2}{20}} = 5{,}5 \cdot 10^{-4}\,(\text{г});$$

$$s_{\bar{h}} = \sqrt{\frac{0{,}01^2 + 0{,}01^2 + 0{,}01^2}{20}} = 3{,}9 \cdot 10^{-3}\,(\text{см});$$

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{0{,}01^2 + 0{,}01^2 + 0{,}01^2}{20}} = 3{,}9 \cdot 10^{-3}\,(\text{см}).$$

4. Відповідно оцінка середнього квадратичного відхилення середнього буде:

$$s_{\bar{\rho}} = \sqrt{\left(\frac{\partial\rho}{\partial m}\right)^2 s_m^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial h}\right)^2 s_h^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial d}\right)^2 s_d^2}^{\,2} = \sqrt{\left(\frac{4}{\pi d^2 h}\right)^2 s_m^2 + \left(-\frac{4m}{\pi d^2 h^2}\right)^2 s_h^2 + \left(-\frac{8m}{\pi d^2 h}\right)^2 s_d^2}^{\,2} =$$

$$= 1{,}218 \cdot 10^{-2}\ (\text{г/см}^3).$$

5. За таблицею знаходимо значення коефіцієнта Стьюдента при $n = 5$ та надійності $\gamma = 0{,}95$: $t_{\gamma,n} = t_{0{,}95;5} = 2{,}776$. Абсолютна похибка

$$\Delta\bar{\rho} = 2{,}776 \cdot 12{,}18 \cdot 10^{-3} = 0{,}03\ (\text{г/см}^3).$$

Відносна похибка

$$\varepsilon_{\bar{\rho}} = \frac{0{,}03}{1{,}09} \cdot 100\% = 2{,}7\%\,.$$

6. Істинне значення густини амідопірину

$$\rho = (1{,}09 \pm 0{,}03)\,\text{г/см}^3.$$

7. Остаточно результат вимірювання густини таблетки амідопірину запишемо у вигляді

$$n = 5\,,\ \alpha = 0{,}05$$

$$\rho = (1{,}09 \pm 0{,}03)\ \text{мг}$$

$$\varepsilon_{\bar{\rho}} = 2{,}7\ \%.$$

Обов'язково проводимо обробку результатів вимірювань даного або аналогічного прикладу за допомогою програми *Excel*. Зручність подання даних,

різноманітні можливості обчислення та графічного подання інформації в *Excel* дають змогу ефективно проводити кількісну та якісну оцінку даних статистичного, економічного напрямку, допомагають у прийнятті рішень і мають бути ефективно задіяні в клінічній та соціальній медицині.

Опрацювання статистичних даних рекомендуємо виконувати, дотримуючись таких основних етапів:

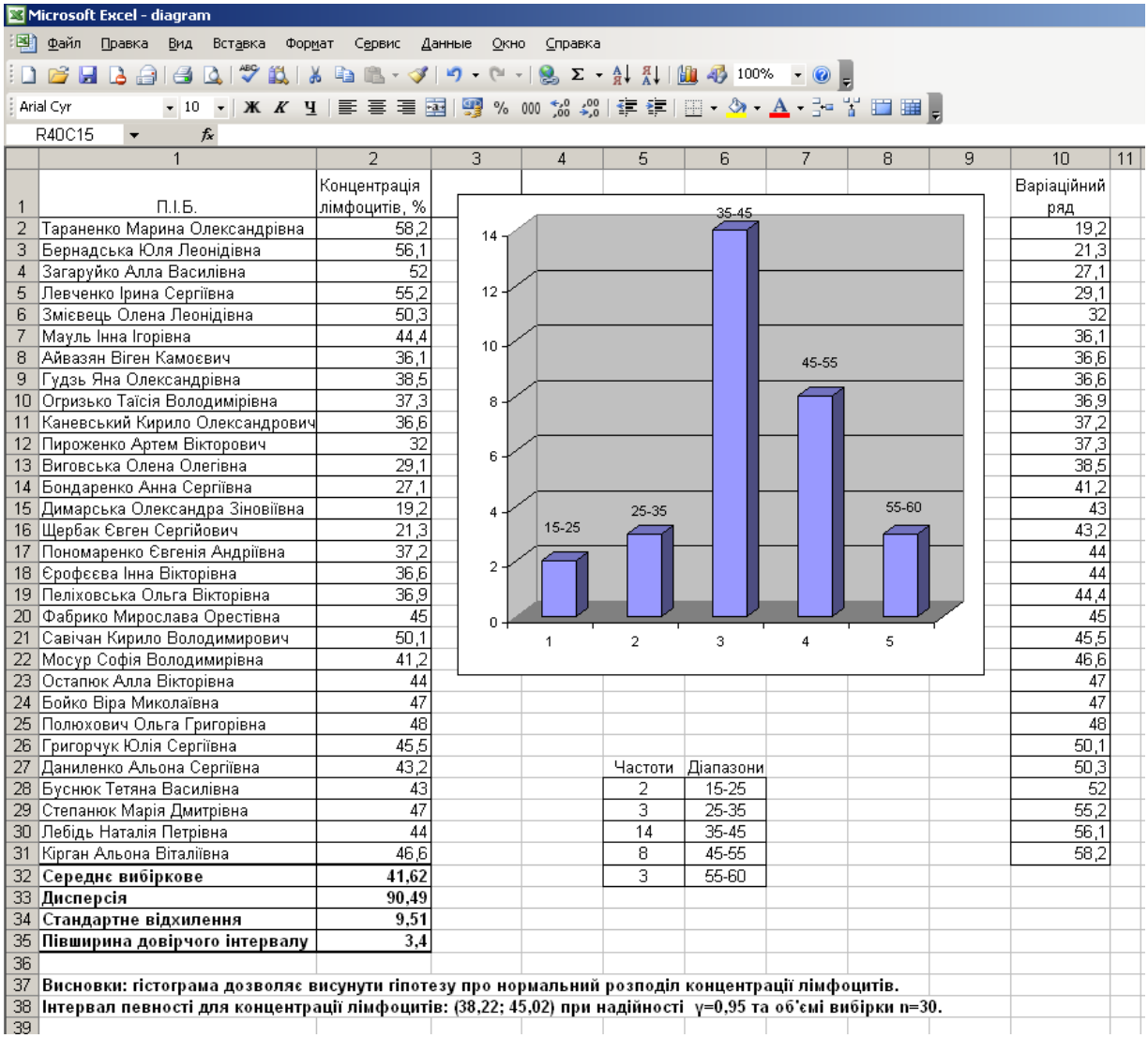
- створення електронної таблиці;
- обчислення статистичних параметрів за готовими формулами, які містить Майстер функцій, або за введеними власноруч формулами;
- побудова графіків для ілюстрації даних таблиці.

Кількість вимірювань можна при цьому значно збільшувати, оскільки затрати часу зростатимуть лише за рахунок введення даних у пам’ять комп’ютера. Доцільно перед розглядом теми "Основи теорії вимірювань" виконувати лабораторну роботу "Вивчення нормального закону розподілу" (рис. 3.17), метою якої є отримання навичок обробки результатів медико-біологічних досліджень (побудова гістограм, знаходження точкових та інтервальних оцінок генеральної сукупності за вибіркою, визначення основних статистичних параметрів нормально розподіленої випадкової величини за допомогою програми Excel).

Професійна орієнтованість цієї роботи забезпечується вибором об’єкта дослідження. Як правило, досліджується один (або декілька) фізіологічних чи антропологічних параметрів: частота серцевих скорочень, артеріальний тиск, зріст, маса тощо). Отримані дані можна згодом використати при вивченні кореляційного зв'язку, наприклад, між зростом та масою, частотою серцевих скорочень та масою, розмірами долоні та розмірами обличчя тощо.

Особливе значення в лабораторному практикумі має графічне відображення результатів експерименту; таким чином можна встановити характер функціональної залежності між досліджуваними параметрами, а у разі потреби – знайти невідоме значення аргументу за значенням функції (наприклад, знаходимо невідому концентрацію розчину цукру при рефрактометричних вимірюваннях). На нашу думку, побудову графіків у навчальному експерименті доцільно виконувати

традиційним методом, не звертаючись до графічних редакторів комп'ютерних програм. Як показує практика, при побудові графіків у студентів, як правило, виникають проблеми у виборі масштабу: на аркуші потрібно вмістити весь діапазон функціонально зв’язаних величин і ціна однієї поділки по можливості має виражатись цілим числом.



	П.І.Б.	Концентрація лімфоцитів, %	Варіаційний ряд
2	Тараненко Марина Олександрівна	58,2	19,2
3	Бернадська Юля Леонідівна	56,1	21,3
4	Загаруйко Алла Василівна	52	27,1
5	Левченко Ірина Сергіївна	55,2	29,1
6	Змієвець Олена Леонідівна	50,3	32
7	Мауль Інна Ігорівна	44,4	36,1
8	Айвазян Віген Камоєвич	36,1	36,6
9	Гудзь Яна Олександрівна	38,5	36,6
10	Огризько Таїсія Володимірівна	37,3	36,9
11	Каневський Кирило Олександрович	36,6	37,2
12	Пироженко Артем Вікторович	32	37,3
13	Виговська Олена Олегівна	29,1	38,5
14	Бондаренко Анна Сергіївна	27,1	41,2
15	Димарська Олександра Зіновіївна	19,2	43
16	Щербак Євген Сергійович	21,3	43,2
17	Пономаренко Євгенія Андріївна	37,2	44
18	Єрофєєва Інна Вікторівна	36,6	44
19	Пеліховська Ольга Вікторівна	36,9	44,4
20	Фабрико Мирослава Орестівна	45	45
21	Савічан Кирило Володимирович	50,1	45,5
22	Мосур Софія Володимирівна	41,2	46,6
23	Остапюк Алла Вікторівна	44	47
24	Бойко Віра Миколаївна	47	47
25	Полюхович Ольга Григорівна	48	48
26	Григорчук Юлія Сергіївна	45,5	50,1
27	Даниленко Альона Сергіївна	43,2	50,3
28	Буснюк Тетяна Василівна	43	52
29	Степанюк Марія Дмитрівна	47	55,2
30	Лебідь Наталія Петрівна	44	56,1
31	Кірган Альона Віталіївна	46,6	58,2
32	**Середнє вибіркове**	**41,62**	
33	**Дисперсія**	**90,49**	
34	**Стандартне відхилення**	**9,51**	
35	**Півширина довірчого інтервалу**	**3,4**	

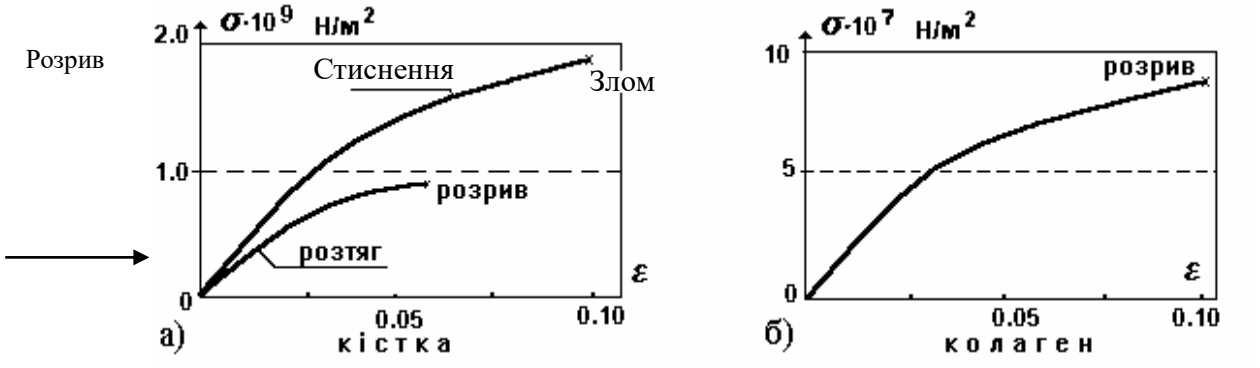
Частоти	Діапазони
2	15-25
3	25-35
14	35-45
8	45-55
3	55-60

Висновки: гістограма дозволяє висунути гіпотезу про нормальний розподіл концентрації лімфоцитів.
Інтервал певності для концентрації лімфоцитів: (38,22; 45,02) при надійності γ=0,95 та об'ємі вибірки n=30.

Рис. 3.17. Фрагмент звіту з лабораторної роботи «Вивчення нормального закону розподілу»

Складними для студентів-медиків є ситуації, коли функціонально пов’язані величини є числами різного порядку. Ілюстративний приклад – побудова діаграми стиску кісткової тканини $\sigma(\varepsilon)$; механічна напруга σ має порядок 10^7 Па, а відносна деформація 10^{-2} (рис. 3.18). Важливо акцентувати увагу студентів на тому, що на координатних осях потрібно вказати величини, що відкладаються, їх одиниці вимірювань, а також відповідні множники.

Потрібно також зазначити, що отримані експериментально вимірювання обтяжені похибкою, тому замість числа x потрібно відкладати $x \pm \Delta x$, а замість y – число $y \pm \Delta y$, тобто на графіку потрібно позначати не точки, а плоскі геометричні фігури, розміри яких пропорційні до абсолютних похибок відповідних величин. На практиці часто використовують спрощений метод: наносять точки, а потім проводять плавну криву якомога ближче до всіх експериментальних точок, намагаючись, щоб їх розподіл по різні боки від кривої був приблизно однаковим.

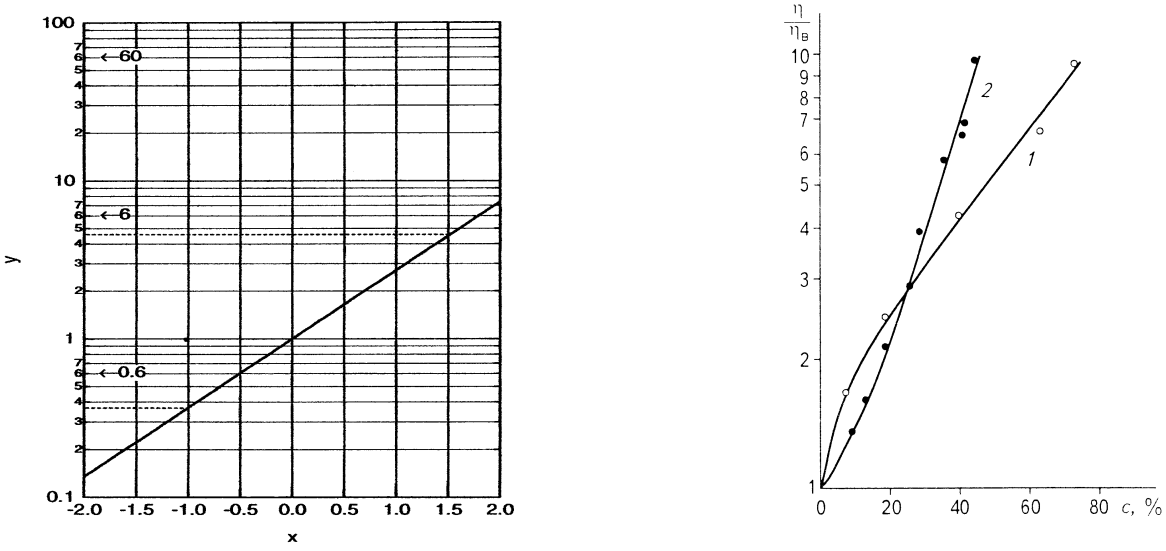


А *Б*

Рис. 3.18. Діаграма деформації: *а* – кісткової тканини; *б* – колагену

Окрім координатних систем з рівномірним масштабом у медичних дослідженнях досить часто використовують напівлогарифмічну та логарифмічну шкали. Доцільно зі студентами проаналізувати який вигляд має графік експоненціальної залежності при використанні логарифмічної шкали (рис. 3.19).

Такі шкали використовуються, наприклад, при побудові дисперсії імпедансу біологічних тканин. Ілюстративним прикладом може бути аудіограма (рис. 3.1), яку студенти будують під час виконання лабораторної роботи "Визначення гостроти слуху аудіометричним методом".



а *Б*

Рис. 3.19. Графік експоненціальної функції у напівлогарифмічних координатах (*а*) та залежність в’язкості крові від концентрації формених елементів у напівлогарифмічному масштабі (*б*)

Отже, лабораторний практикум є невід'ємною складовою курсу "Медична та біологічна фізика" і ефективним засобом інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів. Використання інформаційно-комп'ютерних технологій з урахуванням теоретичних та практичних розробок значно розширює можливості практикуму, дає змогу посилити його фахову спрямованість, забезпечити реалізацію індивідуального підходу. Комп’ютерне моделювання дозволяє зберегти дотримання основних дидактичних принципів (науковість, доступність викладу, активність, наочність, особистісна спрямованість, системність тощо), які при цьому набувають нового звучання, переосмислюються, уточнюються та доповнюються.

1. Принцип активності навчання підходу забезпечується розширенням можливостей самостійно організовувати процес вивчення навчальної дисципліни, самостійно оволодівати навичками та уміннями. Активізація відбувається завдяки: використанню діяльнісного підходу, ширшому використанню методів моделювання, розвитку навичок дослідницької діяльності, створенню умов для самостійного здобуття знань.

2. Принцип наочності реалізується за рахунок використання відео, мультиплікації, які дають можливість моделювати складні процеси та явища,

імітувати роботу складних біологічних систем, здійснювати аудіосупровід навчальної інформації. Так, на сьогодні жодна з кафедр не має у своєму арсеналі приладів для електронно-емісійної томографії та ядерного магнітного резонансу. Частковим вирішенням проблеми може бути використання демонстраційного диска фірми *Nicomed* (Норвегія), який містить серію відеокліпів по 3D-магніто-резонансній томографії і дозволяє наочно продемонструвати можливості цієї неінвазивної методики по створенню тривимірних зображень кровоносної системи мозку тощо. Метод дає змогу істотно покращити точність діагнозу, точно вказати місце патології, оцінити результати хірургічного втручання чи консервативної терапії. Досить наочними є демонстраційні версії програми фірми Andromeda (Великобританія) з кардіології. За допомогою фрагмента "Introduction to Physical Signs in Cardiology" наочно можна продемонструвати принцип ультразвукової 2D-ехокардіографії: розміщення випромінювача на грудній клітці, сектор поширення УЗ-хвиль, чітке зображення роботи стулок аортального клапана. Відомий фізик XIX століття фізик Р. Клаузіус стверджував, що він не розуміє явище, поки не створить його механічну модель. Хоча, на нашу думку, дотримуючись принципу науковості, засобами фізики студентам слід показати, що сучасній науці вимога наочності не завжди коректна. За висловленням Л. Д. Ландау, сучасний фізик здатний зрозуміти те, що він не може уявити. Трансформація уявлень про роль наочності в науці неодмінно матиме відображення і в навчальному процесі.

3. Принцип науковості забезпечується науковою достовірністю моделей, використанням методів сучасних наукових досліджень, розширенням дослідницьких можливостей, розгляду явища чи процесу з різних точок зору, при різних початкових та граничних умовах. Це забезпечує розвиток інтелектуальних здібностей студентів як конвергентних (рівневих, комбінаторних та процесуальних), так і дивергентних (креативних). Використання комп’ютерних технологій дозволяє конкретизувати зміст найважливіших термінів, понять, законів та закономірностей. Створюються умови для оволодіння навичками використання сучасних інформаційних та комунікаційних технологій при вирішенні фахових задач.

4. Принцип особистісно орієнтованого навчання реалізується завдяки індивідуалізації навчальної діяльності, вибору оптимальної стратегії для кожного із студентів. Ця стратегія визначалась за трьома взаємозв'язаними чинниками: індивідуально-типологічними особливостями; рівнем підготовки до поточного заняття; аналізом результатів діяльності на попередніх заняттях. Диференціація практичного та теоретичного матеріалу має бути педагогічно доцільною. Найповніше цю вимогу задовольняють програмні засоби, які дають змогу працювати на різних рівнях складності, генеруючи завдання відповідно до індивідуальних психофізичних особливостей. Комп'ютерна техніка забезпечує успішну організацію роботи студента в оптимальному для нього режимі.

5. Принцип "дружелюбності інтерфейсу" передбачає використання програмних продуктів, з якими студенти або знайомі з шкільного курсу інформатики, або таких, що є досить простими у користуванні, щоб при виконанні лабораторної роботи основна увага студента акцентувалася на фізичній суті явища, а не на оволодінні програмним продуктом. При опрацюванні результатів медико-біологічних досліджень широко використовуються можливості програми Microsoft Excel, яка є потужною, універсальною і зручною для аналізу цифрових даних, поданих у вигляді електронних таблиць. З програмою *Excel* знайомі 74 % студентів першокурсників, з них 60 % мають достатній рівень опанування програмою. Унікальні можливості щодо створення та дослідження моделей різних процесів закладені в пакетах MATHCAD, MATLAB. Ці пакети мають елементи функціонального програмування та бібліотеки високорівневих функцій для проведення комп'ютерних лабораторних та науково-дослідних робіт.

3.1.3. Розвиток творчої діяльності студентів при організації самостійна роботи з використанням проектної технології

Самостійна робота студентів (СРС) – одним із найважливіших для особистісно орієнтованого навчання вид діяльності. ЇЇ можна розглядати як розширений життєвий простір, в якому людина отримує можливість самопізнання,

самоосвіти й самореалізації. Самостійна робота дає змогу студенту повною мірою реалізувати можливості організатора власної траєкторії навчання, виробити базові професійні вміння: діагностичні, комунікативні, організаційні, цільові, проектувальні.

Розрізняють дві форми самостійної роботи студентів:

– аудиторну, яка відбувається під безпосереднім керівництвом викладача (на лекціях, семінарських, практичних та лабораторних заняттях);
– позааудиторну, яка не передбачає безпосередньої участі викладача і реалізується за умови нежорсткого опосередкованого управління.

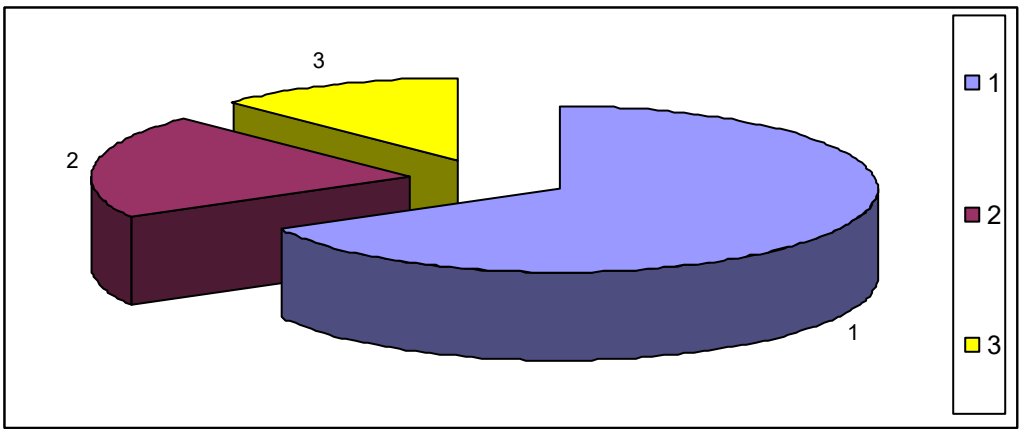
Позааудиторна робота є досить складною з точки зору її реалізації, оскільки вона не конкретизована в навчальній програмі і вимагає від студента значних вольових зусиль, умінь та навичок самостійної роботи. Але саме цей вид діяльності значною мірою забезпечує ефективність навчального процесу. Для здійснення самостійної навчальної діяльності необхідною є наявність у студента мотивації, яка звернена до пізнавальної самостійності. Чи сформована така мотивація у першокурсника? Цілком очевидно, що учорашнього школяра, який звик до шкільної системи засвоєння знань і досить чіткого й дозованого структурування матеріалу, мотивація самостійної діяльності не може бути сформованою в достатній мірі. Водночас згідно з навчальним планом студенту вже з першого курсу на самостійну роботу відводиться понад 30 % навчального часу. Із 165 годин, виділених на вивчення курсу ”Медична та біологічна фізика”, 102 – аудиторні. У зарубіжних вузах відсоток самостійної роботи значно вищий (за планом Трампа до 90%). На першому курсі має виробитися стереотип діяльності студента на всі роки навчання в університеті. Студенти мають переконатися, що для успішного оволодіння науковими знаннями та уміннями потрібна копітка, напружена та систематична самостійна робота. Нові знання з медичної та біологічної фізики сприймаються та засвоюються студентами з певними труднощами. Тому викладач має надавати поради, правила-орієнтири як загального характеру, так і індивідуальні для кожного студента.

Позааудиторна робота з різноманітністю її форм є потужним засобом для пробудження у студентів бажання самостійної пізнавальної діяльності. Досвід показує, що успішна реалізація СРС потребує ефективного використання у педагогічних технологіях таких елементів як мотивація та контроль за виконанням. Це узгоджується з думкою В.П. Безпалька, що педагогічна технологія характеризується відносно цілепокладання принципом діагностичної цілеспрямованості, який передбачає таку постановку цілей навчання, яка допускала б об'єктивний та однозначний контроль ступеня досягнення цілі [24].

Досягнення цілей, що покладаються на СРС, передбачає наявність певних передумов. Однією з головних є відповідне освітньо-інформаційне середовище: електронні варіанти лекцій та підручників, доступ до інформаційних мереж та баз даних, бібліотеки, дослідні лабораторії. Викладач має сприяти виробленню у студентів психологічної установки на самостійне систематичне поповнення своїх знань, професійних навичок, уміння орієнтуватися в потоці наукової інформації.

Окрім цього, керівництво самостійною роботою студентів потребує значних зусиль та чималих затрат часу: вивчення індивідуальних психологічних і когнітивних особливостей студента та формулювання завдань відповідно до цих особливостей, супровід та підтримка у процесі виконання роботи, аналіз результатів та коригування стратегії, розробка адекватної шкали оцінювання тощо. Однак методика оцінювання практично не розроблена, у проекті експериментального навчального плану (ECTS-проект) практично відсутні години на забезпечення викладачем СРС (лише незначна кількість годин для проведення консультацій).

Згідно з результатами соціологічного опитування, проведеного на медичних факультетах НМУ ім. О. О. Богомольця у лютому 2007 р. (в опитуванні брали участь 204 респонденти, вибрані з дотриманням вимог репрезентативності вибірки), щоденно для самопідготовки до занять студенти витрачають: близько трьох годин – 67,0 %; одну – дві години – 20,5 % (рис. 3.20).



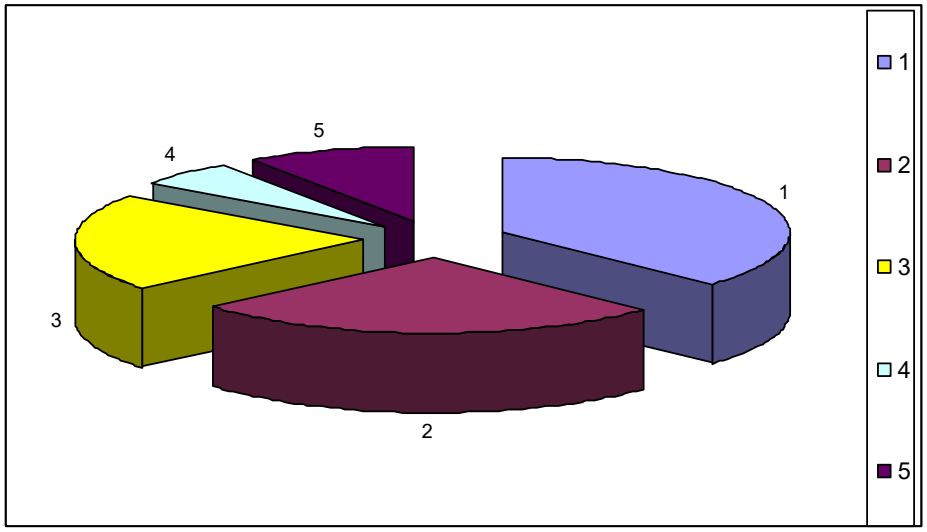
1 – близько трьох годин;

2 – одну-дві години;

3 – ухилилися від відповіді.

Рис. 3.20. Витрати часу на самопідготовку до занять

При цьому вподобання щодо вибору місця підготовки розподілилися так (рис. 3.21): вдома або в гуртожитку – 37 %; в бібліотеках та читальних залах – 27 %; на перервах – 21 %; в бібліотеці НМУ – 5,5 %.



1 - вдома або в гуртожитку;
2 - в бібліотеках та читальних залах;
3 - на перервах;
4 - в бібліотеці НМУ;
5 - ухилилися від відповіді

Рис. 3.21. Розподіл за вподобаннями вибору місця для самопідготовки до занять

Самостійну позааудиторну роботу з медичної та біологічної фізики складають такі її види:

– опрацювання теоретичного матеріалу (ліквідація прогалин у базових знаннях шкільного курсу, доопрацювання лекційного матеріалу, програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, поглиблене вивчення позапрограмного матеріалу, розрахованого на виконання творчих науково-дослідних завдань з різних навчальних дисциплін);

– розв’язання задач та тестових завдань;

– підготовка до виконання лабораторних робіт;

– написання рефератів;
– виконання творчих завдань науково-дослідного характеру.

Системний підхід до організації самостійної роботи студентів полягає у створенні комплексу способів організації цього виду навчальної діяльності, який дає можливість реалізувати основні переваги особистісно орієнтованої освіти, активізувати творчий потенціал кожного студента. При організації самостійної позааудиторної роботи ми враховували, що студент має справу з інформацією, яка відрізняється від шкільної великою різноманітністю (підручники, навчальні посібники, методичні рекомендації, довідкова література, наукові статті тощо). Контакт з кожним із таких джерел інформації ставить різні вимоги до інтелектуальних функцій студента. Читання наукової статті, монографії чи підручника – це різна робота. Інтелект студента може осмислити тексти нової для нього будови й призначення за умов плідної співпраці з викладачем. Це створює особливу інтелектуальну атмосферу, яка складається як традиція, як наукова школа, і університети найчастіше відомі та цікаві саме своїми науковими школами. Входження у європейський освітній простір вимагає певної уніфікації. Однак ці процеси в жодному разі не повинні спричинити руйнації наукових шкіл. Основні структурні та навчально-методичні вдосконалення системи вищої освіти повинні успадкувати кращі українські освітні традиції.

Прикладом може бути кафедра медичної та біологічної фізики НМУ ім. О. О. Богомольця. Один і той самий курс на кафедрі паралельно читається декількома професорами і доцентами, наукові інтереси яких перебувають у різних наукових галузях: синергетики, теоретичної та експериментальної фізики, медичної кібернетики, біологічної фізики та фізіології тощо. Це надає студенту певну свободу вибору, можливість отримувати інформацію, яка входить у сферу його пізнавальних інтересів. Саме такі колективи формують обличчя університету, вони сприяють збереженню бінарно-асиметричних стосунків, які, на думку В. І. Вернадського, є пусковим механізмом для генерації нових знань; дозволяють підтримувати ситуацію наявності співрозмовника, яка необхідна для розвитку творчого мислення, тобто того головного, чому може навчити університет, – здатності мислити.

Відносини між суб’єктами освітнього процесу є важливим джерелом духовного розвитку особистості. Як засвідчує анкетування студентів, серед чинників, які визначають ефективність навчального процесу (забезпечують якість освіти) найголовнішим, на їх думку, є особистість педагога – 64 % опитаних поставили цей чинник на перше місце.

3.1.4 Індивідуальна дослідницька робота студентів

Важливий вид позааудиторної роботи – індивідуальна дослідницька діяльність. Як показав педагогічний експеримент, оптимальною формою для реалізації індивідуальних дослідницьких робіт є метод проектів. Проектна навчальна діяльність має глибоке коріння, однак дотепер не отримала належного теоретичного обґрунтування експериментального дослідження у вітчизняній практиці: немає єдиного загальноприйнятого погляду на навчальний проект, відкритим є питання про організацію проектної діяльності в умовах потоково-групової форми навчання, немає класифікації та не розроблені підходи до оцінювання проектних завдань.

Проектна діяльність студентів нами спрямовувалась на систематизацію знань, отриманих при вивченні медичної та біологічної фізики, на об’єктивне відображення фахово зорієнтованих проблем засобами фізики, сприяючи тим самим формуванню цілісної особистості. "Все із життя, все заради життя", "навчання в дії" – такими є вихідні положення засновників системи проектного навчання Д. Дьюї, Е. Колінгса та В. Кілпатрика. Формування проектної діяльності студента посилює мотивацію навчальної діяльності завдяки встановленню зв’язків між теоретичним матеріалом та майбутньою професійною діяльністю і повною мірою відповідає принципу інтеграції фундаментальної та фахової підготовки у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін. Характерною особливістю проектної діяльності є те, що її продукт характеризується об’єктивною чи суб’єктивною новизною та значимістю. Впродовж виконання навчального проекту студенти узагальнюють уже здобуті знання, набувають власного досвіду у їх практичному використанні. Наукові

дослідження в галузі дидактики переконливо свідчать, що творча навчальна діяльність є ефективною в умовах нежорсткого опосередкованого управління.

Аналіз змісту провідних документів, які регламентують адаптацію навчального процесу в медичних університетах до вимог Болонської конвенції, дозволяє констатувати, що проектна технологія – продуктивне доповнення до традиційних форм пошуково-творчої діяльності студентів. Вона є ефективним засобом формування компетенцій – універсальних загально-освітніх умінь високого порядку, що проявляються насамперед у кінцевих результатах освіти й навчання: уміння виконувати пізнавальні й наукові завдання, використовувати набутий досвід, зводити в єдине ціле елементи знань з різних навчальних дисциплін; організовувати процес самостійного навчання, виявляти причинно-наслідкові зв’язки, здатність розуміти складні явища, цілісно їх сприймати; вміння використовувати різні джерела інформації; протистояти труднощам; викладати власну позицію, аргументовано захищати свої погляди, оволодіння технікою наукових досліджень; планування власної навчальної діяльності, орієнтування на безперервну освіту та самовдосконалення. Аналіз результатів проведеного нами педагогічного експерименту переконує, що впродовж навчального проекту відбувається ефективне оволодіння компетенціями. Визначальним чинником у формуванні компетенцій, на нашу думку, є те, що при реалізації проектної діяльності навчальний матеріал стає предметом активної дії. Залучаючи студентів до підготовки електронних конспектів лекцій, складання тестових завдань, обробки результатів тестування, ми забезпечуємо ефективне засвоєння знань через суспільно-корисну діяльність і вміння, здобуті при виконанні такої діяльності.

П. С. Атаманчук [15] розрізняє три типи завдань: навчальне, пізнавальне та наукове, зміст яких зорієнтований відповідно на зону актуального порядку, зону ближнього порядку та на віддалену мету. Такий підхід та використання класифікації, запропонованої у [254], дає можливість виокремити базові форми організації проектної діяльності, рівні освоєння проектних умінь студентами, запропонувати структурну модель проектної діяльності в процесі вивчення фізико-математичних дисциплін.

Допроектна діяльність передбачає опрацювання теоретичного матеріалу, ліквідацію прогалин у базових знаннях, поглиблене вивчення програмного матеріалу, розв'язання задач та тестових завдань тощо; пропроектна (квазіпроектна) – огляд літературних джерел на задану тематику, написання рефератів, виконання невеличких творчих завдань; проектна – виконання індивідуальних творчих завдань науково-дослідного характеру. На рис. 3.22 показана схема, що ілюструє організацію проектної діяльності студентів.

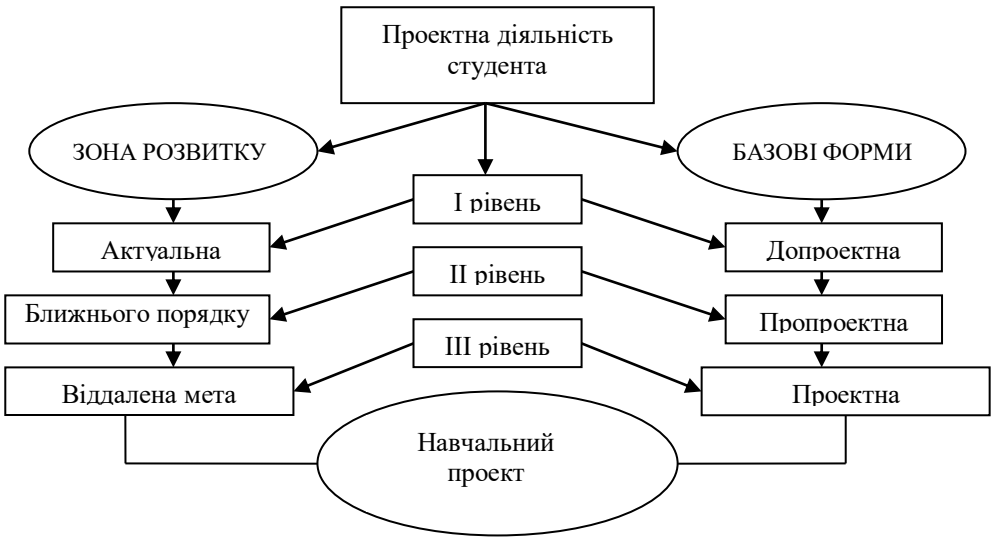


Рис. 3.22. Проектна діяльність студента

Організація проектної діяльності студентів передбачає врахування індивідуально-типологічних особливостей: конвергентних та дивергентних здібностей, научуваності, індивідуальних схильностей до тих чи інших видів діяльності. З метою діагностування інтелектуально-топологічних здібностей використовувалися стандартні методики (наприклад, В. Т. Козлової, Д. Векслера), враховувалися результати вхідного тестування, показники успішності. Як важливе джерело інформації використовувалися змістовно-результативні та процесуально-динамічні характеристики інтелектуальної діяльності: правильність та швидкість відповідей дає змогу оцінити конвергентні здібності; оригінальність та кількість ідей – дивергентні; глибина та міцність засвоєння знань та навичок, темп навчання – научуваність.

Як ілюстративний приклад проектної діяльності студентів розглянемо експериментальні дослідження фазових переходів у ліотропних системах методами

оптичної мікроскопії. Цей метод досліджень був вибраний з огляду на його простоту, а отже, доступність для студентів-першокурсників, майбутня професія яких безпосередньо не пов’язана з фізикою. Водночас такі дослідження мають достатню інформативність та прецизійність. Останнім часом кристалооптичні дослідження біологічних препаратів широко використовуються у практичній медицині. Так, за допомогою кристалооптичних досліджень сироватки крові можна діагностувати ендокринні захворювання, ротової рідини – захворювання шлунково-кишкового тракту.

Студенти досліджували особливості фазового переходу "ізотропний розчин – тверда фаза для ротової рідини". Препарат для експерименту готувався так. На прозору оптично ізотропну підкладку наносився мазок або краплина ротової рідини. Потім здійснювалося ізотермічне висушування препарату.

Експерименти, проведені студентами, засвідчили, що при кристалізації тверда фаза ротової рідини має фрактальну структуру. Слово “фрактал” латинського походження: *fractus* означає дробовий, ламаний. Основна характеристика фракталу – самоподібність. Це означає, що фрактальний об’єкт складається з великого числа “копій” самого себе. Класичним прикладом фракталу є лист папороті. Відросток листа є майже точною копією самого листа. А якщо розглянути відросток відростка, то можна переконатися в тому, що він є копією відростка, а отже, і копією самого листа тощо.

Яким є механізм утворення фракталів при фазовому переході "ліотропна мезофаза – тверда фаза"? Оскільки будь-який секрет того чи іншого органу людини або тварини являє собою водний розчин сформованих природою міцелярних структур, то можна припустити, що при кристалізації має місце поступове налипання часток (міцел) на центри кристалізації. Експерименти виявили характерну особливість – у твердій фазі фрактали мають ніби дві структури: звичайні ізотропні фрактали і фрактали оптично активні – анізотропні. При незначних порушеннях міцелярності, наприклад за наявності патологічних процесів в організмі, анізотропні фрактали, як правило, не проявляються.

У живому організмі людини всі процеси, що визначають функціональний стан організму як цілісної структури, взаємопов'язані. Існує тісний зв'язок органів і систем організму. Прикладом такого зв'язку, що має важливе значення, є взаємозв'язок ротової порожнини з іншими органами і системами організму. Аналізуючи слиновидільні рефлекси, І. П. Павлов установив закономірність роботи кори головного мозку, зазначивши, що слинні залози служать ніби периферичним виразником його стану. Встановлено, що секреція слини знаходиться під впливом симпатичної і парасимпатичної іннервації. Огляд наукової літератури засвідчив, що за допомогою біохімічних досліджень складу слини людини можна вивчати стан психіки людини. Це означає, що ротова рідина відображає ті чи інші фізіологічні процеси в організмі, а також вплив різних зовнішніх факторів, у тому числі фізичних полів, на організм людини.

Оскільки однією з важливих умов здоров'я людини є сприятлива, гармонізуюча звукосфера, студентами було висловлено пропозицію дослідити вплив класичної духовної музики, а також року або просто темпової музики на організм людини. Студенти здійснили інформаційний пошук у галузі квантової генетики. Метою їхніх дослідів було виявити, чи змінюється і, якщо змінюється, то яким чином, структура ротової рідини у разі впливу на людину різної музики.

Досліджувалась структура ротової рідини (слини) у твердій фазі для здорової людини (немає видимих проявів патологічного процесу, особливо в шлунково-кишковому тракті), яка прослуховувала перший раз класичну, гармонічну музику, а другий – рок-музику. За норму бралась ротова рідина піддослідного у спокійному стані (рис. 3.22).

Отримані структури твердої фази ротової рідини вивчались за допомогою оптичного мікроскопа. Використовувався оптичний мікроскоп марки NU-2E, фірми "Karl Zeiss" (Німеччина) при 120-кратному лінійному збільшенні. На отриманих фотографіях видно, що в спокійному стані організму тверда фаза ротової рідини має фрактальну структуру (рис. 3.23). Це цілком очікуваний результат – фрактальну структуру має більшість природних ліотропних структур у нормі.

При прослуховуванні класичної, гармонізуючої музики структура фрактальності поліпшується (рис. 3.24), а при прослуховуванні року майже повністю руйнується (рис. 3.25). Отримані результати свідчать про істотні зміни біохімічного стану ротової рідини внаслідок психоемоційних станів організму піддослідного при зміні звукосфери. Таким чином, експериментально показано, що структура ротової рідини є об'єктивним індикатором психоемоційного стану організму людини. Отримані результати свідчать про важливість екології звукосфери.



Рис. 3.23. Фрактальна структура ротової рідини у нормі

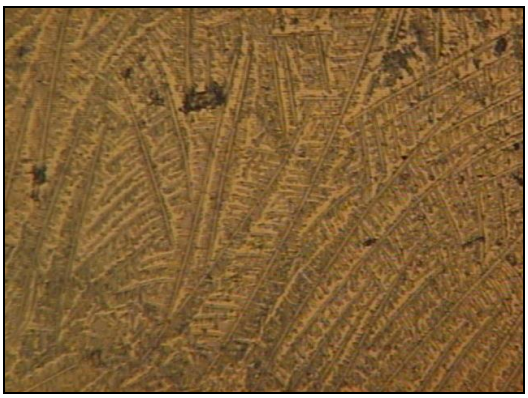


Рис. 3.24. Фрактальна структура ротової рідини після прослуховування класичної музики

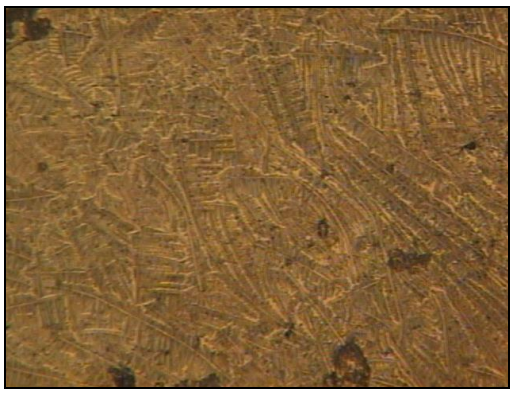


Рис. 3.25. Фрактальна структура ротової рідини після прослуховування музики типу важкого року

Аналіз фрактальних структур в біології та медицині відкриває можливості створення нових оригінальних методів діагностики та корекції стану живих систем.

Під час планування дослідницьких робіт враховувалася їх фахова спрямованість. Так, студенти стоматологічного факультету з великим зацікавленням виконували роботи з моделювання та дослідження механічних властивостей зубних протезів. Головною загальною вимогою моделювання є дотримання принципу

подібності, адже результати дослідження можуть бути використані для реальних об’єктів лише в тому випадку, якщо вони подібні. Сучасна теорія подібності базується на трьох теоремах, що визначають умови геометричної, кінематичної та динамічної подібності фізичних явищ.

Зубні протези складають досить широкий набір конструкцій, одна з головних характеристик яких - конструкційна міцність. Критерієм міцності є розподіл напружень, що виникають під час експлуатації. Нерівномірність розподілу напружень призводить до руйнування конструкції, яке починається в місцях з високою концентрацією напружень.

Звичайно, що для моделювання напруженого стану в таких конструкціях потрібно розглядати їх як просторові об'ємні тіла. Дослідження просторових фотопружних моделей пов'язані з досить складними методичними процедурами. Але в окремих випадках, зокрема коли об'ємне тіло та його навантаження має вісесиметричний вигляд, просторові задачі можна звести до плоских. Можливості одночасного вивчення впливу низки змінних чинників на процес, що досліджується, помітно обмежені, тому доводиться окремо розглядати специфічні риси напруженого стану і його прояви. Дослідження серії моделей, у кожній з яких послідовно змінюється лише один чинник за незмінності інших, є характерною рисою багатьох досліджень на моделях. Одним із найдоступніших способів фотопружного моделювання є моделювання на плоских моделях, виготовлених з оптично-чутливого матеріалу.

Із теорії пружності для плоскої задачі відомо, що за дотримання деяких обмежувальних умов розподіл напружень у пружному тілі не залежить від його пружних сталих. Це такі умови:

1) задача має бути остаточно визначеною відносно зовнішніх сил, тобто граничні умови задані, якщо відомі напруження або навантаження;

2) об’ємні сили мають бути відсутніми або сталими.

Реальна конструкція зубного протезу, що досліджувався, зображена на рис. 3.26. Серединна площина, зображена на рис 3.26 пунктирними лініями, є площиною симетрії конструкції, а також площиною симетрії навантаження. Враховуючи

вказані умови, була виготовлена плоска модель конструкції зубного протеза із оптично-чутливого матеріалу на основі епоксидної смоли ЕД-20, заполімеризованої малеїновим ангідридом. Фотопружна модель зображена на рис. 3.27. Оптико-механічні характеристики оптичночутливого матеріалу наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Оптико-механічні характеристики матеріалу

	E, 10^{-1} МПа	G, 10-1 МПа	σ, 10^{-1}, МПа ·см/смуга
1	2, 42	1, 70	47, 12
2	3, 20	1, 82	46, 00

Модель складалася з двох частин, одна з яких моделювала нижню щелепу з трьома зубами, на які поміщалась друга частина моделі, що моделювала зубний протез. Очевидно, що плоска модель є досить наближеною до серединної площини реальної конструкції, але, беручи до уваги те, що силові навантаження під час експлуатації реальної конструкції, здійснюються переважно у вигляді нормально прикладених до верхньої грані, то розподіл напружень у виділеній пунктиром площині буде досить близьким до дійсного.

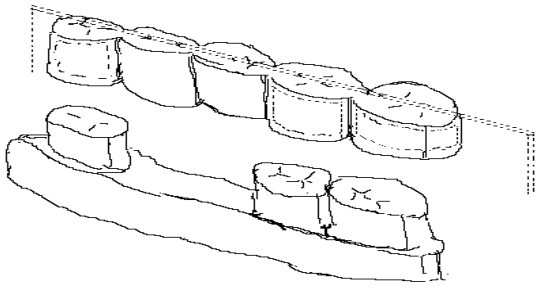


Рис. 3.26. Реальна модель зубного протеза

Аналіз силової взаємодії під час жувального процесу показує, що силові навантаження можуть змінюватися від зосереджених в окремих точках контакту до рівномірно розподілених по значній частині поверхні прикусу.

Для попереднього розгляду моделі на відсутність залишкової оптичної анізотропії та вибору способів і режимів її навантаження використовувався полярископ ПКС-250 виробництва Загорського оптико-механічного заводу. Установка не має пластинок у чверть довжини хвилі і тому для робочих досліджень малопридатна.

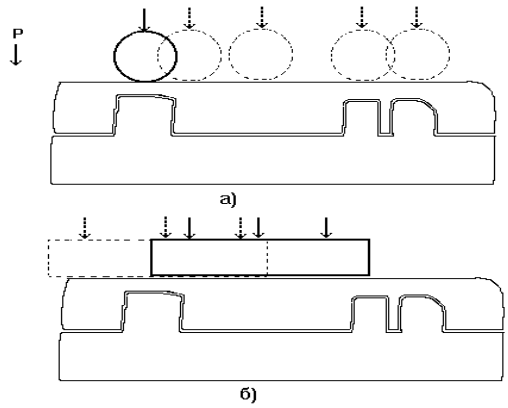


Рис. 3.27. Фотопружна модель зубного протеза

Для обробки моделей застосовувався фотоеластициметр FMB-56 виробництва ЧССР. Обробка моделі розпочиналася з фотографування її в поляризованому світлі. Фотоеластициметр FMB-56 є однією з небагатьох поляризаційно-оптичних установок, що має робоче поле 350 мм при розсіяному пучку світла, синхронне обертання поляризатора і аналізатора, три джерела світла і механічне підіймання та опускання поляризаторної і аналізаторної частин установки, які виконані у вигляді окремих вузлів. Це робить установку особливо зручною при дослідженні плоских моделей методом смуг із застосуванням габаритних навантажувальних пристроїв, які зручно розміщуються між окремими частинами установки.

Модель закріплювалась у рамці для навантаження і виставлялась строго перпендикулярно до оптичної осі установки і фотокамери так, що вісь фотокамери проходила через центр активної області моделі. Поверхня моделі перед фотографуванням змащувалась тонким шаром мінеральної світлої оливи, коефіцієнт заломлення якої близький до коефіцієнта заломлення матеріалу моделі, що значно підвищило чіткість ізохроматичної картини.

У різних варіантах зосереджене та розподілене навантаження прикладалось в точках, зображених на рис. 3.27. Прикладене зусилля в усіх випадках залишалось сталим і контролювалось динамометром. Для фотографування використовувалась цифрова фотокамера “Canon IXUS 430”. Як монохроматичне джерело світла використовувалась натрієва лампа з довжиною хвилі 589 мкм. Картини ізохром мали не лише ілюстративне значення; вони використовували також для визначення різниці напружень методом смуг.

Наведемо, як приклад, результати одного з таких досліджень, виконаного студенткою стоматологічного факультету.

Коефіцієнт концентрації напружень визначався як відношення максимальної різниці напружень в області концентрації до середнього значення різниці в точках з плавним її розподілом:

$$K_{\varepsilon} = \frac{(\sigma_x - \sigma_y)_{\max}}{(\sigma_x - \sigma_y)_{ср}},$$

де $(\sigma_x-\sigma_y)_{max}$ - найбільше значення різниці головних напружень у точці, віддаленій від межі на відстань діаметра плями; $(\sigma_x-\sigma_y)_{ср}$ – різниця головних напружень в передбаченні однорідного деформування. Ціна смуги за напруженнями у дисках ПММА складала $39{,}3\cdot10^{-1}$ МПа·см/смуга, в матриці ЕД-20 ПЕПА – $67{,}5\cdot10^{-1}$ МПа·см/смуга.

Аналіз напруженого стану дав змогу студентам переконатися, що розподіл напружень істотно залежить від характеру навантаження та місця його прикладання. Вони самостійно роблять висновок, що найнебезпечнішим є розподіл напружень від локальних зосереджених навантажень, що спричиняє зростання концентрації напружень в окремих областях моделі. Зосереджене навантаження, докладене до зубного протеза, є небезпечним як для протеза, так і для зубів. Унаслідок прикладання зосередженого навантаження в області зуба (рис. 3.28) концентрації напружень виникають на межі в областях передачі силової взаємодії протез – зуб і призводять до розцементизації та до втрати стійкості конструкції. При зміщенні зосередженого навантаження в область між зубами виникає небезпечний розподіл напружень у самому протезі, що може привести до втрати його міцності. Розподілене навантаження зумовлює розподіл напружень з меншими концентраціями. Слід зазначити, що найбільш небезпечними з точки зору міцності руйнування є напруження розтягу.

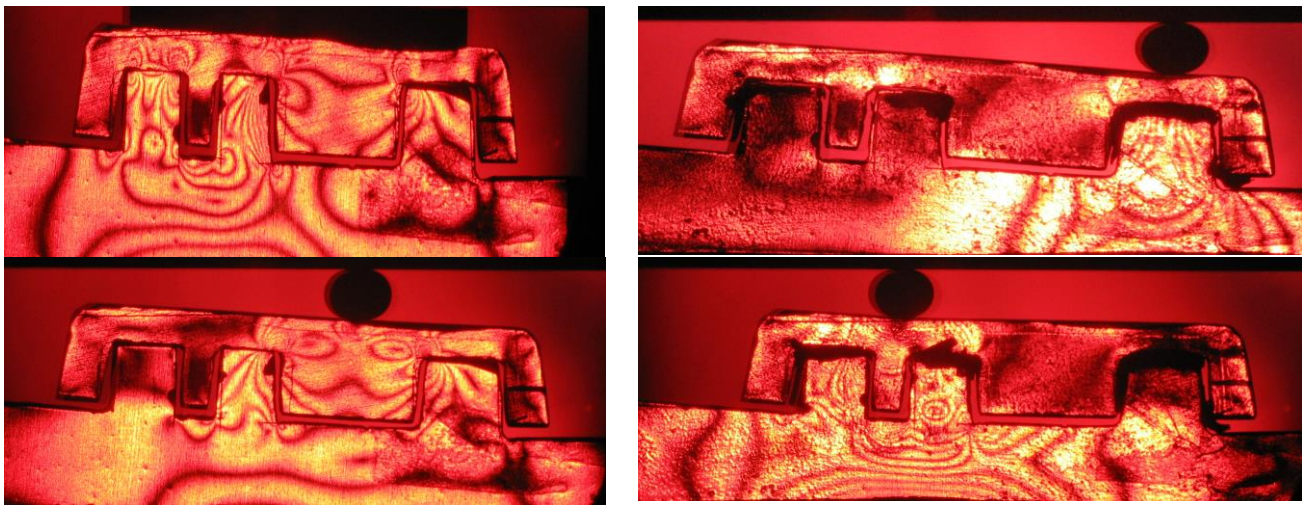


Рис. 3.28. Картини ізохром для різних варіантів навантаження зубного протеза

Одним із важливих здобутків є вивчення фізичних основ поляризаційно-оптичного методу дослідження напруженого стану і особливостей його застосування на прикладі задачі з розподілу напружень в окремій конструкції зубного протеза. Цей метод уможливлює знаходження оптимальних рішень з точки зору конструкційної міцності зубних протезів і реставрованих зубів. Результати дослідження механічних параметрів дозволяють, використовуючи комп'ютерні моделі зубного ряду, виготовляти оптимальні конструкції. Пробні дослідження були проведені на базі стоматологічної клініки Національного медичного університету імені О. О. Богомольця.

Безумовно, викладач повинен володіти достатнім арсеналом можливостей для фізичних завдань дослідницького характеру, розрахованих на студентів-медиків з різними індивідуально-типологічними особливостями. Так, оптичними дослідженнями біологічних об'єктів займалося близько 20 студентів. Проте завершеного вигляду ці дослідження набули лише у декількох і були опубліковані у вітчизняних та зарубіжних наукових виданнях [195]. Під керівництвом дисертанта сумісно з Інститутом фізики АН України проводилися також творчі наукові роботи з дослідження люмінесценції плазми крові [54], електричних властивостей біологічних тканин, однак такі дослідження вимагають значних затрат зусиль та часу для їх виконання, вони є надто складними, хоча й досить цікавими, для студентів медичного університету.

Доводиться розширювати тематику творчих робіт, зміщуючи акцент відповідно до психолого-типологічних особливостей студентів. Потрібна диференціація завдань за рівнем здібностей студентів. Оскільки істотна частина студентів має навички комп'ютерного програмування, вміє працювати з графічними редакторами, можна пропонувати теми робіт, які пов'язані з комп'ютерним моделюванням біологічних процесів, створенням баз даних, які можуть бути використані при вивченні стохастики.

Велику кількість цікавих і важливих, з огляду на майбутній фах, робіт з імітаційного моделювання можна запропонувати під час вивчення фізичних процесів, які відбуваються в біологічних мембранах. Головним будівельним матеріалом біомембран є амфіфільні молекули фосфоліпідів – сполуки з гідрофобним хвостом і гідрофільною голівкою. Молекули ліпідів у водному розчині здатні спонтанно об'єднуватись, ховаючи гідрофобні ділянки (рис. 3.29).

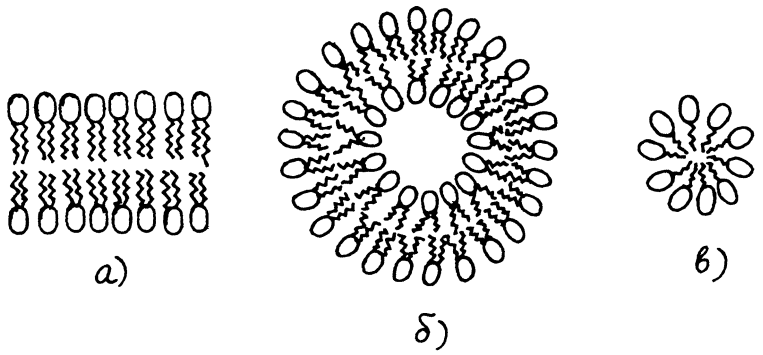


Рис. 3.29. Самовільне об'єднання фосфоліпідів у водному розчині: *а* – ліпідний бішар; *б* – везикула (ліпосома); *в* – міцела.

До складу полярної голівки, що становить приблизно чверть усієї довжини молекули, входить гліцерин, фосфорна кислота, полярні сполуки, типові для кожного класу фосфоліпідів. Гідрофобний хвіст, що становить три чверті довжини молекули фосфоліпіду, являє собою залишки жирних кислот, одна з яких насичена, а інша ненасичена, з подвійними вуглецевими зв'язками. Внаслідок перекисного окиснення одного з жирнокислотних ланцюгів або його відщеплення під дією ферменту фосфоліпази, може утворюватись фосфоліпід з розміром голівки, що перевищує розмір гідрофобної частини. Такі молекули утворюють не бішар, а

міцелярні структури (рис. 3.29, *в*). Опинившись у складі мембран, такі молекули утворюють пору, внутрішню поверхню якої формують полярні голівки (рис. 3.30).

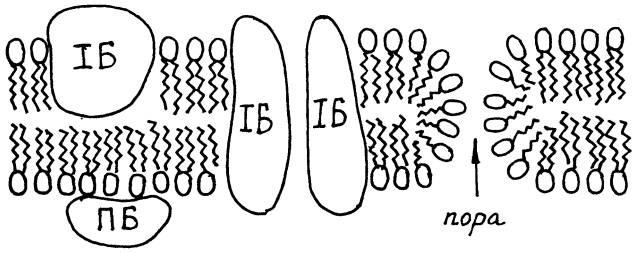


Рис. 3.30. Будова біологічної мембрани: ПБ – периферичні білки, ІБ – інтегральні білки.

молекули ліпідів здатні здійснювати сегментальну рухливість, обертальні рухи і латеральну дифузію, що являє собою послідовний обмін місцями у межах одного шару. Мембрани є досить динамічними структурами: молекули ліпідів мають сегментальну рухливість, здійснюють обертальні рухи, обмінюються місцями і переміщуються як вздовж шару – латеральна дифузія, так і перпендикулярно до нього – “flip-flop” переходи (рис. 3.31).

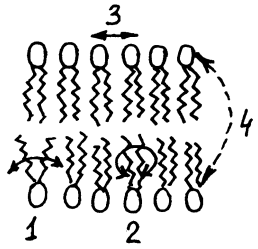


Рис. 3.31. Різні види рухливості ліпідів в бішарі: 1 – сегментальна рухливість; 2 – обертальна рухливість: 3 – латеральна рухливість, 4 – перехід “flip-flop”

Ці переходи відбуваються з різною швидкістю: “flip-flop”– одна молекула за декілька годин, період обертального руху білка в бішарі становить $\tau \leq 1$ *мкс*, швидкість латеральної дифузії залежить від мікро в'язкості ліпідного оточення, тобто фазового стану ліпідного бішару.В сучасній науковій літературі домінує рідкокристалічна концепція будови біологічних мембран, яка створена Дж. Ніколсоном у 1972 р. і вдосконалена С. Сингером у 1981 р. За цією моделлю подвійний ліпідний шар (бішар) може перебувати у двох фазових станах: а) у

рідкокристалічному стані; б) у стані твердого двомірного кристалу (рис 3.32). При фазовому переході змінюється рухливість полярних груп, а також обертальна рухливість С-С зв'язків вуглеводневих ланцюгів. У рідкій фазі з'являються транс-гош-конформери, які можуть утворювати порожнини в бішарі так звані, "кінки", завдяки яким збільшується проникність мембрани.

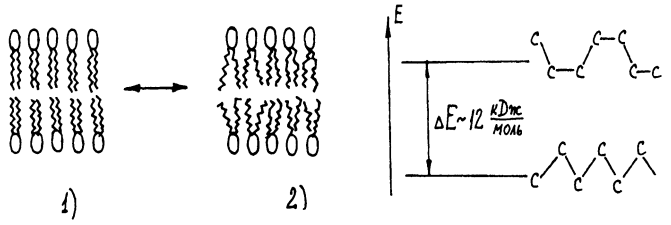


Рис. 3.32. Фазовий перехід у мембрані: *1* – "твердий" стан, *2* –"рідкий" стан та конформаційні перетворення ліпідів при фазовому переході

Цікавими для моделювання є явища переносу через мембрану (рис.3.33).

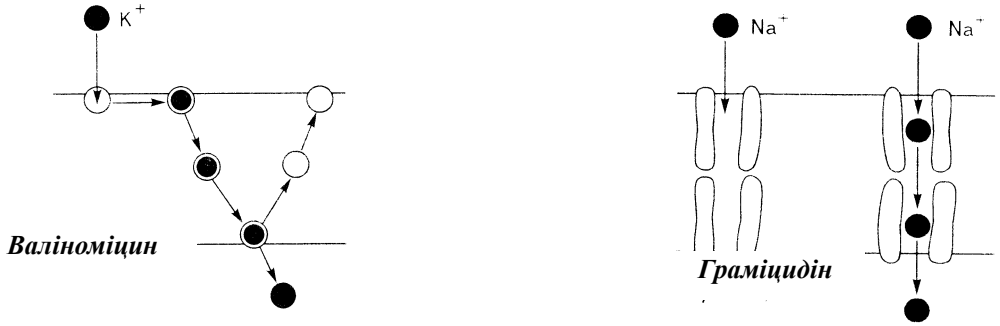


Рис. 3.33. Полегшена дифузія за допомогою молекул-носіїв: *а* – рухомий носій, *б* – естафетна передача

Прекрасним матеріалом для самостійної роботи студентів з комп'ютерного моделювання є також процеси виникнення мембранних потенціалів, процеси, що супроводжують поширення потенціалу дії.

Велику кількість матеріалу, зручного для комп'ютерного моделювання, можна знайти при вивченні змістових підмодулів "Гемодинаміка", "Фізичні основи електрографії" тощо. Такі роботи мають не лише суб'єктивну, а й об'єктивною новизну та значущість і в рамках вибраної нами термінології складають основу

проектної або пропроектної діяльності студентів при вивченні фізико-математичних дисциплін у медичному університеті.

Викликають у студентів інтерес пошукові фахово орієнтовані роботи з історії відкриття біофізичних та фізичних явищ, законів тощо.

Історія фізики повернена, з одного боку, до самої фізичної науки, і сьогодні залишається прерогативою дослідників-фізиків, з іншого – до загальнолюдської культури, її цінностей, до будь-якої мислячої людини, що знаходиться в межах її впливу. Отже, історія науки виконує функції сполучної ланки між наукою у всіх її проявах та загальною культурою людства, і в навчальному процесі є незамінним методичним засобом у формуванні гуманістичних цінностей майбутніх лікарів та фармацевтів.

Розглянемо ілюстративні приклади творчих робіт на історичну тематику. Доцільність таких досліджень, на нашу думку, зумовлена тим, що при вивченні курсу “Медична та біологічна фізика”, як і інших стандартних курсів, історичний спосіб викладу навчального матеріалу пропонується надзвичайно рідко. Однак саме історико-генетичний підхід відтворює процес формування знань, дає розгорнуту картину еволюції, інформацію про шляхи отримання знань, способи аналізу з урахуванням домінуючих у дану епоху поглядів на світ. Розгляд історичних процесів забезпечує формування цілісної системи прикладних і теоретичних знань, а їхнє осмислення сприяє розумінню перспектив еволюції світового процесу. Традиційні для науки "радянського" періоду спроби розглядати світовий історичний процес крізь призму суспільно-економічної формації не дозволяють проникнути у розмаїття подій минулого і сучасного, врахувати всю повноту зв’язків між ними. Студенти повинні розуміти, що мірилом цивілізованості суспільства виступає людина, її свобода, можливості саморозвитку, самовираження. Доречно згадати вислів Луї Пастера: “Наука не має батьківщини, але не буває вченого без батьківщини, і те значення, яке його праці можуть мати у світі, він повинен відносити до своєї батьківщини” [328**,** с. 195]. Отже, виховання особистості невіддільне від виховання патріотизму. Важливим є усвідомлення витоків, історичної пам’яті, духовності свого народу. Такі роботи допомагають повернути забуті імена. Українці надто довго не відали про своїх великих синів Івана Пулюя та

Олександра Смакулу. У бібліотеках не було їхніх праць. Альберт Ейнштейн, звертаючись до І. Пулюя, сказав: “ Хто за Вами, русинами, стоїть?”. Україна довгі роки не мала державності. От і ставали російськими М. Остроградський та С. Корольов, а імена, знаних у світі, І. Пулюя, О. Смакули замовчувались на рідній землі.

І. Пулюй, працюючи у Вищій німецькій технічній школі у Празі, проводив дослідження катодних променів у трубках власної конструкції. Пізніше вони стали називатися “пулюєвими лампами”, які на той час були найкращими джерелами невидимих і невідомих променів. Він публікує низку статей у наукових журналах, зокрема в 1896 р. у журналі “Доповіді Віденської академії наук”, які знаменували відкриття *X*-променів. Пулюй відкрив здатність *X*-променів проникати крізь різні речовини й отримав за допомогою них перші знімки тіла людини. Трубка конструкції І. Пулюя зберігається в Дермонському музеї США. З трубками Пулюя працювали багато дослідників у різних наукових галузях у тому числі й у медичній. В медицині умовно виділяють два періоди: до *X*-променів (до-рентгенівський) та після застосування *X*-променів у медичних дослідженнях з діагностичною метою (після рентгенівський).

Іван Пулюй – не тільки вчений-фізик, він також був відомим громадським діячем. Його турбували проблеми національного відродження України. Разом з П. Кулішем і І. Нечуєм-Левицьким він переклав українською мовою повний текст Біблії.

Помер І. Пулюй 31 січня 1918 року в Празі. У прощальному слові ректор Празької політехніки професор Бах сказав: “Ти був людиною сильних переконань і гостро викарбуваною особистістю, але також людиною, що знала, як дотримуватися вірності народові, з якого ти вийшов, і нема більшої вірності, ніж вірність власному народові”.

Творчі роботи, в яких досліджуються історичні аспекти використання рентгенівських променів від ламп Пулюя до комп’ютерної рентгенівської томографії (Аллан Мак-Кормак, Годрі Хаундсфілд, Нобелівська премія 1979 р.) для

студентів-медиків є досить корисними та цікавими як у аспекті патріотичного виховання, так і для розуміння ролі фізичних методів у розвитку медичної науки.

Усі ми знаємо про явище просвітлення оптики, про прилади нічного бачення. Але до останнього часу ми не відали, що ці відкриття зроблені нашим земляком – українцем Олександром Смакулою. Відкриття способу покращення якості оптичних приладів, яке отримало назву просвітлення оптики, було відкрите О.Смакулою в лабораторії німецької оптичної фірми *Karl Zeiss* (патент Німеччини № 685767 від 1 листопада 1935 р.). Цей патент складав військову таємницю і був розсекречений у 1938 р. після появи публікації С.Картврігта та А. Турнера (Cartwright C. H., Turner A. F.: Bull. Am. Phys. Soc. Bd.13 (1938), p. 10). У літературі радянських часів прізвище винахідника не значиться. Просвітлення оптики вважають одним з найбільших технічних відкриттів оптики XX століття. Для студентів-медиків було досить важливим дізнатися про праці О. Смакули в галузі біологічної та медичної фізики. Частина таких досліджень виконана в лабораторії Ріхарда Куна (дослідження вітамінів A,B_5.D_2, структури органічних кристалів, розрахунки центрів забарвлення тощо), який пізніше став лауреатом Нобелівської премії за розробкУ методів синтезу вітамінів. Ефективно виховувати особистість можна на прикладі життя і творчості інших особистостей. Для студентів цікавими та повчальними є біографічні дані: у США О.Смакула переїздив двічі, в 1945 р. його таємно вивезли із Німеччини на одну з військових баз. Про долю Олександра сім'ю сповістили лише через рік. Тоді ж в Канаді він зустрівся з родиною і, офіційно отримавши громадянство, знову в'їхав в США.

Студенти долучалися до роботи над науково-популярним фільмом про життя і творчість вченого. Автор як науковий консультант знімальної групи перебувала в Массачусетському технологічному інституті, професором якого був О. Смакула. Тут він у 1964 р. заснував і до 1975 р. очолював лабораторію кристалів. Зібрано велику кількість матеріалів про наукові дослідження американського періоду, спогади друзів та колег, архівні документи біографічного характеру. Студенти, працюючи з оригінальним науковим матеріалом, набувають неоціненного життєвого досвіду,

мають можливість з середини поглянути на проблеми науки, пошуки наукової істини.

У справі патріотичного виховання конкретні приклади досягнень українських учених світового рівня мають вирішальне значення, оскільки це зміцнює авторитет держави Україна у світі, сприяє утвердженню особистості, віри в свої сили. Вшанування своїх видатних співвітчизників не означає будь-чийого приниження, навпаки, це дає можливість вільного спілкування з зарубіжним партнером чи колегою, є основою порозуміння і усвідомлення себе частинкою світової цивілізації. Національно-патріотичне виховання у вищих навчальних закладах – неодмінна умова виховання громадянина. Зокрема, це стосується медичних університетів, де формується особистість майбутнього лікаря. Можливості національно-патріотичного виховання у процесі викладання медичної та біологічної фізики полегшуються тим, що ця навчальна дисципліна є інтегрованим курсом і тісно пов’язана з математикою, хімією, біологією, фізіологією та багатьма іншими. Тому завжди трапляється нагода говорити про досягнення вітчизняних учених у цих галузях.

Питанню патріотичного виховання приділяється увага в усіх країнах і в усі часи. Для нас питання патріотичного виховання також не є новим, бо ще за часів Радянського Союзу йому надавалось особливо велике значення. Для українського народу, який протягом усієї своєї історії входив до складу багатонаціональних держав та імперій – Речі Посполитої, Російської і Австро-Угорської імперій, Радянського Союзу проблема патріотичного виховання є надзвичайно актуальною і складною водночас. Розпад СРСР і виникнення на його теренах самостійних держав, зокрема України і Росії, поставило питання визначення спадщини народів, національно-культурної належності тих людей, котрі створили пам’ятки історії, науки та культури, що є предметом дискусій обох зацікавлених сторін. Для нас традиційно всі вчені були або “русскими”, в кращому випадку "российскими" або ніби не мали національної ознаки і називались “отечественными” чи “советскими”.

Вивчення культурної спадщини народів і народностей, які тривалий час входили до складу багатонаціональних держав, а тим більше імперій, має свої специфічні й вельми суттєві особливості. Насамперед існує потреба у дослідженні процесу розвитку

національної самосвідомості як складової багатонаціональної держави в культурологічному контексті та з'ясуванні конкретного внеску кожної нації або народності в спільну загальнодержавну історію і культуру.

Суттєвою проблемою патріотичного виховання є брак наукової і навчальної літератури про вітчизняних учених, а також відсутність методологічного підходу до визначення національної належності вченого, його ролі у розвитку вітчизняної науки і її місця у світовій науці. Для класифікації учених в основу належить покласти принаймні три важливих показники: національну належність, національну самоідентифікацію особи вченого і країну, в інтересах якої він працював. З урахуванням цього в науковому обігу використовуємо такі терміни-означення [328]: український учений, український учений іноземного походження, іноземний учений українського походження. "Український учений" – цей термін вживаємо до осіб українського походження, які зберегли свою національну самоідентифікацію і працюють в Україні. "Український учений іноземного походження" – учений, який постійно проживає, працює і вважає себе громадянином України, але ідентифікує себе з іншою нацією, з якої він походить. "Іноземний учений українського походження" – так можна було б визначити тих українців, що жили й працювали в іншій державі, в її інтересах, та при цьому не втратили своєї національної ідентифікації.

Можна навести ще багато прикладів значного внеску вчених українського походження у розвиток фізики. Завдяки їх конкретним здобуткам відбувався поступ у світовій науці та техніці. Тому відомості про них мають бути у шкільних підручниках, навчальних посібниках для вищої школи, довідковій літературі тощо. Знання про "своїх" великих людей примножують сили і віру в успіх, що є дуже важливим для виховання особистості, формування у молоді почуття господаря у своїй державі. Намагаємось під час лекцій, у тематиці реферативних робіт осилювати виховний потенціал курсу медичної та біологічної фізики. Історія фізики є важливим засобом виховного впливу на студентів. Як стверджує А. Маслоу, "якщо ми хочемо з'ясувати, чому одні досягають цієї мети (самоактуалізації – *авт.*), а інші – ні, ми повинні зайнятися дослідженням і вивченням життєписів людей, що

самореалізувалися, щоб зрозуміти, як їм це вдалося” [218, с. 202]. Шукаючи відповіді на питання: "Чому так склалося, що *X*-промені ми називаємо рентгенівськими?", студенти отримують неоціненний життєвий досвід, розуміння низки важливих наукових, правознавчих проблем. Історико-біографічний матеріал дозволяє зрозуміти, що і як варто робити, щоб досягти успіху. Систематичне виконання індивідуальних творчих чи реферативних робіт такого характеру має пізнавальну цінність, сприяє формуванню професіоналізму, самовираження та самоактуалізації, стимулює пошук свого призначення в житті, прагнення розвивати свої нахили і здібності, набувати досвіду професійної діяльності в майбутньому, забезпечує наступність, сприяє реалізації міжпредметних зв’язків. Досягнення фізики нерозривно пов’язані з моральними якостями людей, що відкривали фізичні закони, явища і знаходили способи використання цих досягнень у медичній практиці. Використання виховного потенціалу фізики вимагає підбору відповідного матеріалу, систематичної емоційної дії на студентів у процесі навчання. Варто спиратися, насамперед, на досвід українських учених та вчених-українців, які працюють в інших країнах і відомі як в Україні, так і у світі, пропагувати їх здобутки.

Отже, можна виокремити декілька типів творчих дослідницьких робіт, доцільність та ефективність яких при організації самостійної роботи студентів медичних університетів у процесі вивчення медичної та біологічної фізики доведена у педагогічному експерименті:

- дослідження фізичних властивостей біологічних об’єктів та впливу фізичних чинників на життєдіяльність живих організмів (під керівництвом автора виконувалися кристалооптичні дослідження, дослідження люмінесценції біологічних рідин при різних захворюваннях, дослідження електричних властивостей біологічних тканин тощо);
- комп’ютерне моделювання (під керівництвом автора здійснювалося моделювання фармакокінетичних процесів, явищ переносу через біологічну мембрану тощо);
- дослідження історичного аспекту важливих у біологічній та медичній фізиці відкриттів;

– роль та місце українських учених у розвитку медичної та біологічної фізики.

Міра індивідуальності при виконанні студентами творчих робіт розкриває, розвиває та вдосконалює їх пізнавальний стиль. Запропоновані види творчих наукових та пізнавальних завдань конструювалися як відкриті та різнорівневі, що дало змогу залучити до творчої роботи широке коло студентів.

3.2. Методика вивчення основ математичного аналізу студентами медичного та фармацевтичного факультетів

У системі вищої медичної освіти математика вивчається в курсі "Медична та біологічна фізика" студентами медичного, медико-профілактичного, педіатричного, стоматологічного та медико-психологічного факультетів. Студенти фармацевтичного факультету вивчають окремий курс "Вища математика". До основних завдань вивчення вищої математики у медичному університеті, на думку автора , належать:

– забезпечення системою математичних знань, навичок та умінь, потрібних у трудовій діяльності за обраним фахом;
– закладення основ, достатніх для вивчення інших дисциплін (біофізики, біохімії, нормальної та патологічної фізіології, рентгенології, епідеміології, технології виготовлення лікарських препаратів тощо);
– розумовий розвиток особистості, розвиток логічного та абстрактного мислення та інтуїції, алгоритмічної та інформаційної культури;
– формування наукового світогляду;
– формування уявлень про ідеї і методи математики, навичок математичного моделювання при дослідженні різноманітних природних явищ.

Вивчаючи курс вищої математики, студенти вчаться аналізувати, формулювати й розв’язувати задачі фармацевтичного та медико-біологічного змісту, самостійно користуватися відповідною математичною літературою, організовувати експеримент, відбирати інформацію, обробляти отримані результати, визначати

умови оптимізації процесів, оцінювати вплив певних факторів на результати дослідження.

Чинна програма передбачає вивчення елементів математичного аналізу, теорії ймовірностей та математичної статистики. В даній частині роботи зупинимося детальніше на питаннях методики вивчення основних тем математичного аналізу студентами-медиками.

Похідна та диференціал. З історії математичного аналізу відомо, що до поняття похідної прийшли незалежно один від одного Г. Лейбніц, розв'язуючи геометричну задачу про знаходження положення дотичної до графіка у певній точці, та І. Ньютон, вирішуючи задачу про знаходження миттєвої швидкості. Як засвідчують спостереження, у шкільному курсі, як правило, детально розглядають одну з наведених задач, причому явної переваги не має жоден з підходів. У надзвичайно короткому курсі вищої математики, який вивчається на медичному факультеті, за браком часу немає можливості детально розв’язати обидві задачі і відбувається лише з'ясування геометричного та фізичного змісту похідної. Акцент слід зробити на фізичному змісті, сформулювавши задачу про миттєву швидкість у термінах і символах математичного аналізу (приріст аргументу, приріст функції, границя функції) та чітко виділивши чотири кроки, які розкривають зміст похідної і фактично задають правило її знаходження, а саме: 1) надання приросту аргументу, 2) знаходження приросту функції, 3) визначення відношення приросту аргументу до приросту функції (середня швидкість), 4) знаходження границі відношення за умови, що приріст аргументу нескінченно малий (миттєва швидкість). Звертаємо увагу на те, що за допомогою таких самих чотирьох кроків розв’язуються інші фізичні задачі, а також задачі з хімії (наприклад, про швидкість розчинення речовини), з біології (швидкість зміни чисельності популяції), фармакології (швидкість розчинення таблетки, швидкість елімінації), фізіології (швидкість поширення нервового імпульсу) тощо.

Студенти, за спостереженнями автора, досить легко пригадують основні теореми про похідні, які вивчали в школі: про неперервність диференційованої функції, про похідну суми двох функцій, про похідну добутку, про похідну частки.

Досвід показує, що найбільше проблем виникає при обчисленні похідної складеної функції, тому потрібно спочатку з'ясувати, яку функцію називають складеною, а потім розглянути правило знаходження похідної складеної функції. Це зручно зробити на конкретних прикладах. Наприклад, розглядаємо функцію $y=(x^2-2x+3)^5$. Вважаючи, що $y=u^5$, де $u=x^2-2x+3$, а $u'=2(x-1)$, відповідно до правила диференціювання складеної функції матимемо

$$y'=5u^4u'=10(x^2-2x+3)^4(x-1).$$

Розглядаємо декілька інших прикладів. Знайти похідну функції $y=\sin^3 4x$. Позначивши $y=u^3,\ u=\sin v,\ v=4x$ і врахувавши, що $y'=3u^2u'$, а $u'=(\sin v)'v'$, де $v'=4$, знаходимо $y'=12\sin^2 4x\cos 4x$.

Ілюструючи застосування теореми про похідну складеної функції на конкретних прикладах, варто спочатку записувати окремо проміжну змінну, а згодом цю процедуру виконувати усно.

З великої кількості різноманітних застосувань похідної (для дослідження функцій та побудови графіків, у наближених обчисленнях, наближених розв'язуваннях рівнянь, дослідженні та відокремленні коренів рівнянь, спрощенні виразів, доведенні тотожностей та нерівностей, знаходженні біномних коефіцієнтів, знаходження швидкості зміни функції, знаходження найбільших і найменших значень) доцільно розглянути найбільш значущі з фахової точки зору, а саме: застосування для наближених обчислень та визначення швидкості зміни функції. На фармацевтичному факультеті можна розглянути декілька задач на дослідження функції та побудову графіків. Зазвичай в якості одного з прикладів беремо функцію, що визначає нормальний закон розподілу. Пропедевтичне ознайомлення з кривою Гаусса і детальне дослідження її властивостей є досить корисним з огляду на подальше використання в інших розділах вищої математики та інших навчальних дисциплінах (фізиці, хімії, біостатистиці, фізіології тощо).

Як правило, будуємо графік не лише функції, а і її похідної. Порівняння цих графіків та виявлення закономірностей є важливим з професійної точки зору. У медичних дослідженнях використовують такий підхід зокрема тоді, коли важливо

візуалізувати точки перегину. Наприклад, при дослідженні електронного парамагнітного резонансу, ЕПР-спектрометри реєструють саме диференціальну криву (рис. 3.34), у реографії знімають реограму *V(t)* та диференціальну реограму *V′(t)* (рис. 3.35).

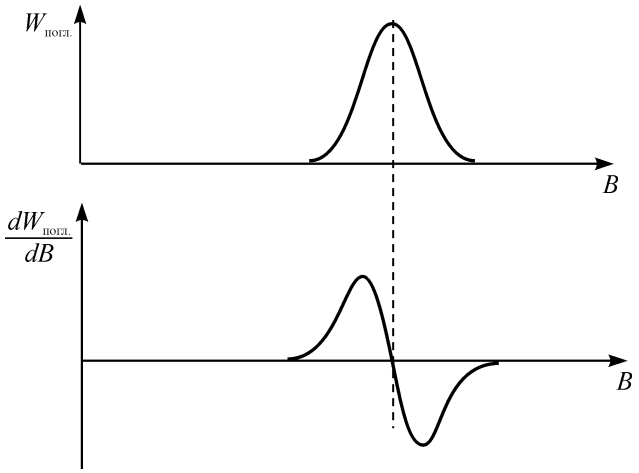


Рис. 3.34. Інтегральна та диференціальна криві поглинання енергії при ЕПР

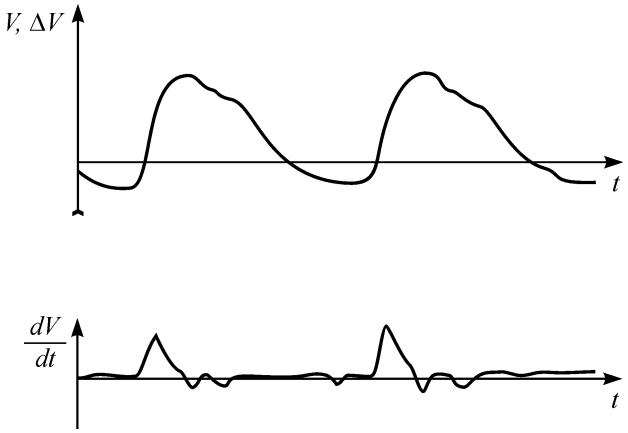


Рис. 3.35. Інтегральна та диференціальна реонефрограми

Поняття диференціала є новим для студентів, оскільки в шкільному курсі математики не передбачено вивчення цього поняття і множник *dx* вводиться як єдиний символ у позначенні інтеграла. Можливі два підходи до вивчення диференціала: перший – розглядати це поняття паралельно із повторенням похідної та основних правил диференціювання, акцентуючи увагу на особливостях фізичного та геометричного тлумачення цих понять та на єдиних математичних підходах у знаходженні похідної та диференціалу; а другий – спочатку розглянути похідну, а потім диференціал.

Розглядаючи геометричне тлумачення похідної важливо зауважити, що тангенс кута нахилу дотичної $(y' = \operatorname{tg}\varphi)$ є дуже важливою і водночас зручною характеристикою поведінки функції в точці: якщо він додатний (кут φ гострий), то функція, очевидно, зростає в околі досліджуваної точки; якщо ж $\operatorname{tg}\varphi < 0$ (кут φ тупий), то спадає; за модулем $|\operatorname{tg}\varphi| = |y'|$ можна судити про швидкість зростання (спадання) функції. Надалі це питання розглядається більш детально із студентами фармацевтичного факультету. Тут варто лише звернути увагу студентів на те, що характер похідної повністю визначається характером вихідної функції $y = f(x).$ Наведений рисунок (рис. 3.36) дозволяє тлумачити диференціал *dy* як приріст ординати дотичної, проведеної в точці *M* до графіка даної функції $y = f(x)$.

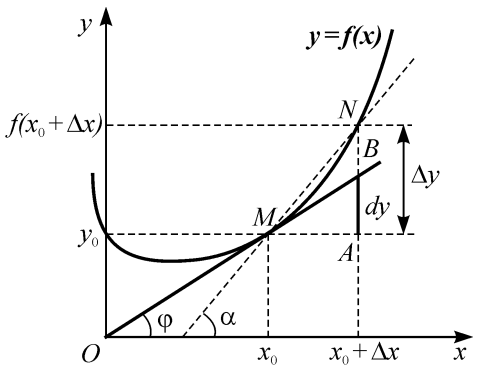


Рис. 3.36. Геометричне тлумачення похідної та диференціалу

Паралельно подаємо також і фізичне тлумачення похідної таі диференціала**.** У кожній точці, де функція $y = f(x)$ диференційовна, похідна $y' = f'(x_0)$ є швидкістю зміни функції у цій точці відносно аргументу *x*. Заміна приросту функції її диференціалом дозволяє вважати процес зміни функції лінійним відносно достатньо малих змін аргументу.

Тлумачення фізичного змісту похідної та диференціала обов'язково ілюструємо прикладами.

1. Якщо *s*(*t*) – закон руху матеріальної точки, то згідно з означенням миттєва швидкість на даний момент часу $\mathrm{v} = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta s}{\Delta t}$. Таким чином, миттєва швидкість

$$\mathrm{v} = \frac{ds}{dt} = s' .$$

Диференціал $ds = \mathrm{v}\, dt$ визначає шлях, який пройшла б матеріальна точка за час $\Delta t = dt$, рухаючись рівномірно.

2. Аналогічно, якщо $q = q(t)$ – закон, що визначає залежність величини заряду, який протікає через поперечний переріз провідника, від часу t, то похідна $I = q' = \frac{dq}{dt}$ визначає силу струму в момент часу t. Диференціал $dq = Idt$ визначає кількість електрики, яка пройшла б за проміжок часу dt при силі постійного струму I через поперечний переріз провідника.

Такий підхід дозволяє значно економити час на викладі матеріалу. Однак в аудиторії, де студенти мають досить слабку математичну підготовку, він може виявитися неефективним; у такому разі використовуємо альтернативний підхід. Спочатку повторюємо поняття похідної, основні теореми про похідну, акцентуючи увагу на похідній складеної функції і закріплюючи матеріал розв'язуванням достатньої кількості прикладів, а потім переходимо до поняття диференціала. Оскільки операції знаходження похідної і диференціала є ідентичними, у студентів складається хибне враження про тотожність цих понять. Важливо акцентувати увагу на відмінностях у фізичному тлумаченні похідної та диференціала. Доцільно поглибити розуміння цих тлумачень на задачах прикладного характеру. Наприклад, якщо $p(t)$ визначає розмір популяції бактерій в момент часу t, то $\frac{dp}{dt} = p'$ – швидкість зростання популяції, а $dp = p'\, dt$ – зміну чисельності популяції за достатньо малий проміжок часу dt.

Як показує практика, після вивчення цієї теми студенти непогано знаходять похідні та диференціали, але недостатньо добре оволодівають диференціальним підходом, як одним з найважливіших методів наукового пізнання. Тому погано розуміють, де і як цей матеріал може бути застосований до розв'язування фахових задач, тому дуже важливо розглянути декілька фахово зорієнтованих задач у даній

темі, а також акцентувати увагу на диференціюванні як важливому методі наукового пізнання при вивченні диференціальних рівнянь.

При вивченні поведінки функції у даній точці простору особливий інтерес у фізиці викликає питання про напрям максимального зростання функції у даній точці. Вектор, модуль якого дорівнює найбільшій швидкості зростання функції $u = f(x, y, z)$ у даній точці *P*, а напрям збігається з напрямом максимального зростання, називається *градієнтом функції.* Градієнт має своїм початком точку *P*, а проекціями – значення частинних похідних функції *u*(*x, y, z*) у точці *P*

$$\operatorname{grad} u = \frac{\partial u}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial u}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial u}{\partial z}\vec{k},$$

де $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – одиничні вектори осей *Ox, Oy* і *Oz* відповідно. Поняттям градієнта функції активно послуговуються при вивченні біофізики, медичної фізики, нормальної фізіології, біохімії, однак це поняття має бути сформоване саме при навчанні математики.

Первісна, інтеграл. *Я*к показує експериментальна перевірка та багаторічний досвід розгляд даної теми доцільніше розпочинати не із задач, які привели до поняття первісної, а із знаходження первісної як оберненої до диференціювання операції на конкретному прикладі. Це може бути тригонометрична або степенева функція. Варто зауважити, що обернені операції не завжди є однозначними. Неоднозначною є й операція відшукання первісної, оскільки існує безліч функцій, похідні яких дорівнюють даній. Доцільно, щоб студенти, користуючись таблицею похідних, самостійно заповнили таблицю первісних.

Історичні відомості про виникнення інтегрального числення можуть бути досить корисними з погляду гносеології. Ще в III ст. до н. е. Архімед обчислював площі (круга, параболічного сегмента) фігур методом вичерпування. Протягом XVII століття було обчислено площі деяких інших фігур, проте ці обчислення вимагали спеціальних прийомів знаходження границь. І лише інтегральне числення, яке виникло завдяки працям Б. Паскаля, П. Ферма, Б. Кавальєрі, а насамперед І.

Ньютона та Г. Лейбніца, дало загальний метод розв’язання задачі про площу криволінійної трапеції.

Не варто обмежуватися при розгляді визначеного інтеграла розв’язуванням геометричної задачі про площу криволінійної трапеції, яка передбачена шкільною програмою з математики. Досвід показує: коли фігура, площу якої треба обчислити, є криволінійною трапецією стандартного вигляду (обмежена зверху графіком *y(x),* знизу відрізком [*a,b*] осі *ox*, відрізками прямих *x=a* та *x=b*), то у студентів не виникає труднощів у розв’язуванні такої задачі. Доцільно розглянути хоча б одну з важливих фізичних задач: про визначення шляху, пройденого тілом за його миттєвою швидкістю, про роботу змінної сили, знаходження маси неоднорідного стержня тощо, а також обов'язково декілька задач прикладного характеру, які зорієнтовані на майбутню фахову діяльність: наприклад, знаходження зміни маси таблетки при відомій швидкості розчинення, зміну концентрації препарату з ізотопним індикатором тощо.

Диференціальні рівняння. Студенти повинні засвоїти поняття диференціального рівняння та його розв’язків, знати приклади задач, розв'язування яких приводить до диференціального рівняння, мати навички розв’язування найпростіших диференціальних рівнянь і, що найголовніше, навчитися формулювати задачі фахово-прикладного характеру в термінах диференціального числення. Математичний аналіз як математика змінних величин з часів свого зародження розвивався у тісному зв’язку з природознавством. Саме потреби природознавства (насамперед фізики) зумовили виникнення та розвиток інтегрального та диференціального числення. Вперше в біології диференціальні рівняння з’явилися у XVIII ст. і були використані для моделювання процесів розвитку популяцій. Поняття диференціального рівняння є ключовим у тій частині математичного аналізу, яку вивчають студенти медичних університетів, і особливості розгляду похідної, диференціала, інтеграла значною мірою підпорядковані саме вивченню диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння є одним з головних інструментів сучасної теорії моделювання, керування, прийняття рішень. Їх використовують при розв’язуванні найрізноманітніших проблем науки та

техніки. На сьогодні теорія диференціальних рівнянь активно використовується в імунології, радіології, епідеміології, фармації та інших галузях медичної науки.

Щоб ввести поняття диференціального рівняння, доцільно розглянути етапи вивчення певного процесу [293, с. 430]:

1) створення наукової гіпотези, що ґрунтується на експерименті, і запис цієї гіпотези в математичній формі (у вигляді математичної задачі);
2) математичне розв’язання цієї задачі;
3) інтерпретація одержаного розв'язку.

Більшість законів, які характеризують процеси, що відбуваються у природі, встановлюють співвідношення між фізичними величинами і швидкістю зміни цих величин. Це означає, що багато фізичних законів описуються диференціальними рівняннями – рівняннями, до складу яких входить похідна (закон Бугера, закон радіоактивного розпаду, рівняння Фіка, гармонічні коливання та ін.).

Найскладнішим для студентів є перший етап, для здійснення якого потрібно проводити аналіз та синтез, співвідносити вихідні поняття з вибраними математичними еквівалентами, виділяти суттєві закономірності та характеристики, вміти використовувати наукову термінологію різних дисциплін.

Незвичним для сприйняття студентів є й те, що загальним розв’язком диференціального рівняння є множина функцій, адже до цього (у шкільному курсі математики) вони мали справу з алгебричними рівняннями, розв’язком яких є значення або множина значень змінної величини. Розв’язати диференціальне рівняння означає знайти всі його розв’язки, тобто множину функцій, що задовольняють дане рівняння.

При розв'язуванні диференціальних рівнянь важливо розглянути приклади із суміжних дисциплін, фахово зорієнтовані задачі. Це можуть бути рівняння, що описують зміну концентрації лікарського препарату в організмі при різних способах його введення (фармакокінетичні моделі), моделі розвитку популяцій, моделі поширення епідемій тощо

Моделі розвитку популяцій. Однією з важливих проблем екології є динаміка чисельності популяції. Розглянемо колонію мікроорганізмів, яка існує в умовах необмежених ресурсів живлення. Швидкість зміни популяції $\frac{dN}{dt}$ є прямо пропорційною її чисельності N:

$$\frac{dN}{dt} = \gamma N .$$

Це рівняння в 1802 р. вперше отримав Мальтус. Загальний розв'язок цього однорідного рівняння має вигляд

$$N = C\,\mathrm{e}^{\gamma t} .$$

З початкових умов: $t = t_0,\ N(t_0) = N_0$, дістаємо

$$C = N_0\,\mathrm{e}^{-\gamma t_0} .$$

Таким чином, частинний розв'язок має вигляд

$$N = N_0\,\mathrm{e}^{\gamma (t - t_0)} .$$

Потрібно проаналізувати отриманий розв'язок. Як бачимо, з часом чисельність популяції N необмежено зростає за експоненціальним законом. Але в жодній з реально існуючих популяцій це не реалізується. Пропонуємо студентам знайти пояснення цього факту. Повернувшись до вихідних припущень, студенти зауважують, що в природних умовах не виконуються припущення про необмеженість ресурсів живлення та відсутність впливу інших видів. Таким чином, *рівняння Мальтуса* можна застосувати лише до штучно створених популяцій, наприклад, популяцій пеніцилінових грибків, дріжджових бактерій.

Точніше описує розвиток природних популяцій *рівняння Ферхюльста–Перла*, отримане в 1845 р. Як і раніше, вважатимемо, що середня народжуваність у розрахунку на одну особину є сталою γ, яка не залежить ні від часу, ні від розміру популяції. Рівняння Ферхюльста–Перла враховує також "фактор самоотруєння", який зменшує швидкість росту популяції: смертність є пропорційною розміру популяції, тобто дорівнює δN (δ – коефіцієнт самоотруєння). Величина δ визначається багатьма факторами: поширенням інфекцій, конкурентною боротьбою за їжу тощо. Таким чином, швидкість росту популяції в розрахунку на одну особину $\frac{1}{N}\frac{dN}{dt}$ дорівнює різниці між народжуваністю γ і смертністю δN:

$$\frac{1}{N}\frac{dN}{dt} = \gamma - \delta N$$

або

$$\frac{dN}{dt} = (\gamma - \delta N)N\,.$$

Це і є *рівняння Ферхюльста–Перла.* Розв'яжемо його. Розділивши змінні, матимемо

$$\int \frac{dN}{(\gamma - \delta N)N} = \int dt\,.$$

Подавши $\frac{1}{(\gamma - \delta N)N} = \frac{1}{\gamma N} + \frac{\delta}{\gamma(\gamma - \delta N)}$, знайдемо

$$\frac{1}{\gamma}\int \frac{dN}{N} + \frac{\delta}{\gamma}\int \frac{dN}{\gamma - \delta N} = \int dt\,,$$

або

$$\frac{1}{\gamma}\ln N - \frac{1}{\gamma}\ln(\gamma - \delta N) = t + C\,.$$

Таким чином,

$$\frac{1}{\gamma}\ln\frac{N}{\gamma - \delta N} = t + C\,.$$

З початкової умови: $t = 0,\ N = N_0\ \left(N_0 < \frac{\gamma}{\delta}\right)$, знайдемо константу C

$$C = \frac{1}{\gamma}\ln\frac{N_0}{\gamma - \delta N_0}\,.$$

Підставивши C, маємо

$$\ln\frac{N(\gamma - \delta N_0)}{N_0(\gamma - \delta N)} = \gamma t\,,\ \text{або}\ \frac{N(\gamma - \delta N_0)}{N_0(\gamma - \delta N)} = \mathrm{e}^{\gamma t}\,.$$

Виразимо з останнього рівняння N

$$N = \frac{N_0\gamma\,\mathrm{e}^{\gamma t}}{\gamma - \delta N_0 + \delta N_0\,\mathrm{e}^{\gamma t}}\,.$$

Отримане рівняння називають логістичним (Ферхюльста–Перла). Чисельність популяції за даних умов з плином часу наближається до деякої константи:

$$\lim_{t\to\infty} N(t) = \lim_{t\to\infty}\frac{N_0\gamma\,\mathrm{e}^{\gamma t}}{\gamma - \delta N_0 + \delta N_0\,\mathrm{e}^{\gamma t}} = \lim_{t\to\infty}\frac{N_0\gamma}{\frac{\gamma}{\mathrm{e}^{\gamma t}} - \frac{\delta N_0}{\mathrm{e}^{\gamma t}} + \delta N_0} = \frac{\gamma N_0}{\delta N_0} = \frac{\gamma}{\delta}\,.$$

Величину $\mu = \frac{\gamma}{\delta}$ називають рівноважною чисельністю популяції; вона дорівнює максимальній чисельності, теоретично можливій за даних умов. Зауважимо, що

розв'язок $N = \frac{\gamma}{\delta} = \mu$ також задовольняє дане диференціальне рівняння, але він не може бути отриманий із загального, оскільки у ході розв'язування ми виконували ділення на вираз $\gamma - \delta N$, вважаючи його таким, що не дорівнює нулеві. Графік $N(t)$ нагадує витягнуту літеру *S* (рис. 3.37), тому його називають *S*-подібною кривою. Ця крива досить добре описує динаміку чисельності багатьох популяцій, що існують у природних умовах.

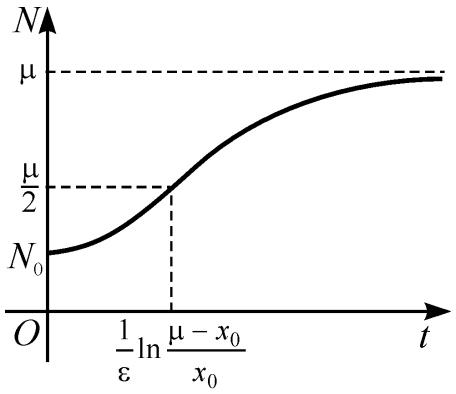


Рис. 3.37. Логістична крива

Функція $N(t)$ має точку перегину при $N = \frac{\mu}{2} = \frac{\gamma}{2\delta}$, де з увігнутої переходить в опуклу.

Диференціальні рівняння в теорії епідемій. Як показує практика, в аудиторії медиків слід обмежитися розглядом лише епідемій найпростішого виду. Вважатимемо, що процес передачі інфекції значно швидший, ніж тривалість самої хвороби, а також що інфіковані особини не ізолюються, а розповсюджують епідемію під час контактів з неінфікованими. Припустимо також, що чисельність колонії постійна (тобто тривалість хвороби менша тривалості життя одного покоління і зміна чисельності, пов'язана з природною смертністю та народжуваністю, не враховується). У цьому разі сума інфікованих особин $y(t)$ та неінфікованих $x(t)$ у будь-який момент часу є постійною:

$$x + y = a + b \text{ або } y = a + b - x,$$

де a та b – кількість інфікованих та неінфікованих у початковий момент часу $(t = 0)$.

Кількість неінфікованих *x* буде зменшуватись з плином часу пропорційно кількості контактів між тими та іншими, тобто пропорційно добуткові *xy*:

$$\frac{dx}{dt} = -\beta xy\,,$$

де β – коефіцієнт пропорційності.

Підставивши з попереднього рівняння вираз для *y*, матимемо *диференціальне рівняння розвитку епідемії:*

$$\frac{dx}{dt} = -\beta x(a+b-x)\,.$$

Розділивши змінні, знайдемо

$$\frac{dx}{x(a+b-x)} = -\beta dt\,.$$

Запишемо цей вираз у вигляді, зручному для інтегрування:

$$\frac{(a+b-x)+x}{x(a+b-x)}\,dx = -\beta(a+b)dt\,,$$

звідки

$$\int_a^x \frac{dx}{x} + \int_a^x \frac{dx}{b-x+a} = -\beta(a+b)\int_0^t dt\,.$$

Ми врахували, що в момент часу $t=0$ кількість інфікованих дорівнює *a*. Знайшовши інтеграли зі змінною верхньою межею, матимемо

$$\ln x\Big|_a^x - \ln|b-x+a|\Big|_a^x = -\beta(a+b)\,t\,,$$

або

$$\ln\frac{x\cdot b}{(a-x+b)a} = -\beta(a+b)t\,.$$

Потенціюючи, отримаємо

$$\frac{x}{a-x+b} = \frac{a}{b}\,\mathrm{e}^{-\beta(a+b)t}\,.$$

Розв’язуючи останнє рівняння відносно *x*, дістємо кількість інфікованих в момент часу *t*

$$x = \frac{a(b+a)}{a+b\,\mathrm{e}^{\beta(b+a)t}}\,.$$

Отримана залежність описує зміну кількості інфікованих $x(t)$ з плином часу.

Розроблені підходи до інтеграції фундаментальної та фахової підготовки при вивченні фізико-математичних дисциплін знайшли відображення в навчальному

посібнику [363], який відповідає чинній програмі з вищої математики для вищих медичних навчальних закладів освіти і має гриф МОЗ України. Дотримуючись здебільшого традиційного викладу матеріалу, автори акцентували увагу на аспектах, важливих для майбутньої професії.

Роботу над книгою було розподілено між авторами так: розділи 1, 5, 6, 8 написано Стучинською Н. В., розділи 2–4 – Чалим О. В., Стучинською Н. В., Меленєвською А. В., розділи 7, 9, 10 – Чалим О. В., Стучинською Н. В. У кожному розділі навчального посібника наведено приклади розв'язування задач та завдання для самостійної роботи. Поряд із викладенням програмного матеріалу розкрито перспективи розвитку науки, розглянуто задачі, зорієнтовані на застосовування в практичній роботі фахівця. Автори виходили з того, що посібник є головним дидактичним засобом і покликаний забезпечити оптимальні умови для оволодіння студентами з достатньою повнотою даною навчальною дисципліною. Успіх самостійної роботи студентів із посібником значною мірою залежить від доступності подання матеріалу, тому у книзі практично відсутні громіздкі доведення та викладки. Враховуючи, що значна кількість аудиторії має чималу перерву в навчанні і суттєві вади в вивченні шкільного курсу математики та фізики, першочергового значення надано наочності викладу та природності введення нових понять. Кожне нове поняття, яке пропонується, проілюстроване прикладами.

У деяких випадках автори, використовуючи різні підходи, наводять кілька альтернативних означень одного і того ж самого математичного поняття (означення границі функції, неперервності, класичне та статистичне означення ймовірностей тощо). Витрати часу на такий підхід можуть здатися невиправданими. Проте практика показує, що відсутність у шкільній програмі розділу про границю функції є причиною труднощів при засвоєнні поняття похідної та інтегралу. Поняття границі є одним з найважливіших у математичному аналізі, завдяки йому здійснюється перехід від скінченного до нескінченного, від дискретного до неперервного. Засвоєння цього поняття вимагає високого рівня абстрактно-теоретичного мислення, тому воно і є одним із найскладніших для сприйняття. Подання матеріалу здійснюється в основному традиційно, хоча в деяких розділах

(наприклад, похідна та диференціал) використано метод паралельного викладу, при якому відповідні тлумачення та теореми формулюються одночасно для різних основних понять. При створенні посібника автори прагнули до такої моделі, яка б задовольняла потреби студентів як із переважно дедуктивним, так і з індуктивним типом мислення і надавала кожному право вибору найбільш прийнятної для нього форми вивчення матеріалу з урахуванням власних психологічних особливостей.

При визначенні обсягу посібника враховувалось те, що попри невпинне наростання обсягу інформації з даної дисципліни кількість годин навчального плану залишається незмінною. Тому при відборі інформації перевага надавалась тій, яка сприяє формуванню особистості спеціаліста і дає можливість науково обґрунтовано розв'язувати медико-біологічні задачі.

3.3. Теорія та практика навчання стохастиці при підготовці майбутніх лікарів та фармацевтів

Уявлення про зв'язок випадкового та закономірного, про статистичні та динамічні залежності є обов'язковим елементом освіти сучасної людини. Вивчення стохастики (теорії ймовірностей, теорії випадкових процесів та математичної статистики) сприяє формуванню у майбутнього фахівця стохастичної культури, яка дозволяє використовувати прийоми строго детермінованого логічного мислення у ситуаціях невизначеності, вчить конкретності у формулюваннях та чіткості у термінології. Методи теорії ймовірностей та математичної статистики набувають все більшого застосування у різних галузях науки. На думку відомого математика Б. Гнеденка, „теорія ймовірностей є одним з найефективніших засобів кількісного дослідження різноманітних явищ природи та суспільства. Ця теорія надає досліднику не тільки і не стільки обчислювальний апарат пізнання, скільки найширші концепції, що уможливлюють знаходження порядку і закономірності там, де класичний детерміністичний підхід є безсилим" [91, с. 7]. Некласична стратегія природничо-наукового пізнання базується на принципі стохастичного характеру природних явищ. Вона розпочата ще Епікуром, а потім розвивалась Л. Больцманом,

М. Планком, Н. Бором, Дж. Гібсом, В. Гейзенбергом та іншими. Стохастичні методи поряд з іншими математичними, фізичними та хімічними методами стали потужним інструментом сучасної медицини. Вони широко використовуються як у наукових розробках, в організації охорони здоров'я, так і в клінічній практиці: при розробці методів медичної діагностики, в теорії епідемій, імунології, медичній генетиці при плануванні та розробці методів медичного експерименту, при тестуванні лікарських препаратів тощо.

Елементи стохастики вже понад 20 років вивчаються у медичних університетах. Тенденції розвитку цієї змістової лінії у системі медичної освіти можна відстежити, аналізуючи навчальні програми, підручники та навчальні посібники [20, 110, 211, 282]. Однак теорія та практика професійно зорієнтованого навчання стохастики у медичному університеті досі не подавалася у цілісному вигляді, практично немає методичних досліджень з цього питання. Таких дослідження обмаль не лише стосовно медичних університетів, а й будь-яких інших природничих (фізичних, хімічних, біологічних) факультетів університету. Дискусійними залишаються питання місця, ролі та змісту стохастики у системі медичної підготовки. На медичному факультеті стохастика вивчається в невеликому обсязі і є складовою курсу „Медична та біологічна фізика", на фармацевтичному – є основою навчальної дисципліни „Вища математика", студенти медико-психологічного факультету стохастику практично не вивчають. Відсутність науково-методичного забезпечення та підготовлених належним чином фахівців є головною причиною того, що в медичних університетах України досі не вивчається курс „Біостатистика", хоча на всіх рівнях існує тверде переконання в його необхідності. У медичних університетах переважної більшості розвинених країн уже багато років такий курс вивчається в широкому обсязі, часто за кордоном відповідну змістову лінію називають аналізом даних.

Варто враховувати і соціально-психологічний аспект проблеми. У сучасному суспільстві важливим для громадянина є право на усвідомлений вибір, який безпосередньо пов'язаний з правом на отримання інформації, вмінням її аналізувати, оцінювати достовірність. Саме математична статистика навчає добувати,

аналізувати, обробляти інформацію та приймати на її основі обґрунтовані рішення. На думку відомого математика А Реньї [263], вивчення статистики сприятливо позначається також і на характері особистості, "оскільки дає змогу зрозуміти, що за певних обставин невдачі можна просто віднести до випадковості і, отже, зазнавши невдачі, аж ніяк не слід відмовлятися від боротьби за досягнення поставленої цілі".

Таким чином, дослідження методики навчання стохастики у вищих медичних закладах освіти потребують глибокого і всебічного наукового дослідження з позицій системного підходу. Базою таких досліджень повинні стати уже наявні методики та технології навчання математиці. Потребують окремого дослідження проблеми професійної спрямованості, а також проблеми інтеграції фундаментальної та фахової спрямованості стохастики.

Ті, хто викладає теорію ймовірностей, математичну статистику, напевно, знайомі з труднощами, що виникають у студентів при оволодінні навчальним матеріалом. Насамперед важко позбутися сильного впливу суто детерміністичного мислення. Студенти розуміють, що більшість процесів у природі та суспільному житті не є строго детермінованими, але їм потрібно пояснити, що детерміністичний підхід є першим наближенням до дійсності, наступний крок на шляху пізнання – стохастичний підхід. У цьому велике методологічне значення статистики, теорії ймовірностей та теорії випадкових процесів. Студенти не можуть залишатися на рівні методологічних уявлень XVIII століття, вони повинні мати більш широкий погляд на природу та суспільні процеси. Формування статистичної культури відповідає інтересам розвитку всіх наук. Стохастична культура передбачає не тільки наявність певного рівня знань із теорії ймовірностей та математичної статистики, вмінь та навичок, але й потребу в їх практичному використанні. Стохастична культура не може бути сформована за короткий часовий проміжок, її потрібно виховувати з ранніх років. Не випадково у розвинених країнах з елементами теорії ймовірностей та математичної статистики школярів знайомлять уже з перших років навчання.

Проведене нами дослідження засвідчило зростання рівня стохастичної культури школярів. За даними анкетування першокурсників Національного

медичного університету імені О.О. Богомольця, проведеного у 2006/07 н. році при довузівській підготовці вивчали стохастику 77 % респондентів, із них 63 % продемонстрували достатній рівень знань відповідно до програми середньої школи. Згідно з даними аналогічного анкетування, проведеного у 2000 р., лише 23 % першокурсників були знайомі з елементами теорії ймовірностей та математичної статистики. Звичайно, досліджувана вибірка не є репрезентативною і не дозволяє оцінити реальний стан упровадження ймовірнісно-статистичної змістової лінії в шкільний курс математики, однак отримані результати дозволяють відслідковувати тенденції, що спостерігаються в освіті, і дозволяє констатувати наявність істотних зрушень у розв'язанні цієї наболілої проблеми.

Стохастика є одним з найскладніших розділів серед фізико-математичних дисциплін, що вивчаються у медичних університетах, однак 56 % респондентів вважає, що курс стохастики має бути збільшений, причому 33 % бажають збільшити кількість практичних занять, 20 % – кількість лекцій. Понад 70 % респондентів звертають увагу на потрібність альтернативних форм занять: факультативів, гуртків, так званих „вирівнювальних " курсів тощо.

Основну складність у вивченні теорії ймовірностей та математичної статистики становить відбір змісту та планування навчального матеріалу. При відборі варто керуватися насамперед тим, з якою метою вивчається даний розділ. Стохастика є основою біостатистики, біометрії, соціальної медицини. Її основні поняття та теореми активно використовуються в генетиці, комп'ютерній діагностиці, біології, фармакології, біохімії, хімії тощо. Однією з важливих цілей вивчення ймовірнісно-статистичного матеріалу у вищих навчальних закладах є розвиток імовірнісної інтуїції, формування адекватних уявлень про властивості випадкових величин. Стохастична лінія потребує відповідних форм, засобів та прийомів навчання залежно від рівня підготовки, майбутнього фаху та інтересів: ситуаційних задач, експериментів, спостережень, предметної діяльності. Одним з основних завдань вищої школи є розвиток творчої діяльності студентів, залучення їх до дослідницької діяльності. Особливе значення має оволодіння студентами прийомами інтелектуальної діяльності та навичками самоосвіти.

Дуже важливо знайти золоту середину і не перетворювати курс стохастики на суто теоретичні міркування про випадкові події та статистичні методи або на практикум із розв'язування численних задач. Ці крайнощі перешкоджають формуванню ймовірнісного та статистичного мислення.

У стохастиці ми постійно маємо справу з абстрактними поняттями. Для правильного розуміння студент повинен бачити їхнє відображення у навколишньому світі. Всі математичні ідеї та абстрактні теорії мають свої витоки в проблемах реального життя, котрі в результаті абстрагування приводять до відповідних математичних теорій, і завдання викладача – показати студентам ці витоки. Бажано це робити на цікавих історичних фактах, постійно акцентуючи увагу на широті можливостей стохастичних методів. Доцільно використовувати насамперед приклади, що стосуються майбутньої фахової діяльності.

Так, формулювання статистичного означення ймовірності ілюструємо статистичними даними щодо народжуваності дітей різної статі у різні роки та у різних країнах, з цією метою інколи використовуємо дані про захворюваність (найчастіше це дані про захворюваність на СНІД або профхвороби, що пов'язані з екологічним забрудненням). У першу чергу розв'язуємо задачі про мінливість та спадковість. Як наприклад: записати множину генотипів, що утворюються при схрещуванні особин *AA*- та *aa*-типу, знайти ймовірність появи кожного з таких генотипів; також задачі на знаходження ймовірності появи ознак, зчеплених зі статтю (гемофілія, дальтонізм тощо). Студенти легко справляються з такими задачами, наявні у них знання з генетики дозволяють перевірити правильність отриманих результатів. Це створює позитивний емоційний фон і сприяє більш глибокому розумінню навчального матеріалу. Вивчення нормального закону розподілу, як правило, розпочинаємо з ілюстрації знайомого з шкільного підручника біології рисунка [133, с. 229], де розкладені за зростанням у рядок „як вояки" листки з дерева і побудована емпірична крива нормально розподіленої величини. Слова відомого голландського математика Ван дер Вердена про те, що „посередність завжди складає більшість, і лише деякі піднімаються вище чи залишаються знизу" [60, 84], є чудовим доповненням до цих рисунків. Велику кількість статистичних

задач можна сформулювати, використовуючи біохімічні, антропологічні та фізичні параметри біологічних об'єктів. Особливо це стосується задач на встановлення кореляційного зв'язку між ознаками, перевірки гіпотез про рівність вибіркових середніх та вибіркових дисперсій.

Розглянемо можливості реалізації принципів фахової спрямованості при вивчені стохастики у медичних (фармацевтичних) університетах.

Принцип науковості. Вирішальним етапом у розвитку теорії ймовірностей стала публікація у 1933 р. праці А. М. Колмогорова „Основні поняття теорії ймовірностей", завдяки якій теорія ймовірностей зайняла рівноправне місце серед інших математичних дисциплін. Безумовно виклад теорії ймовірностей повинен здійснюватися на основі аксіоматичного підходу, запропонованого А. М. Колмогоровим. Щоб формально логічна сторона не затіняла інтуїтивних уявлень, вивчення курсу доцільно розпочинати з елементарної теорії ймовірностей (тобто такої, де розглядаються випробування із скінченною кількістю способів реалізації). Подаючи матеріал на інтуїтивному рівні, слід паралельно формулювати уявлення про сучасний аксіоматичний метод побудови теорії ймовірностей.

Брак часу, який відводиться у медичному університеті на вивчення стохастики, спонукає до знаходження особливих методів та прийомів. Як показує досвід, швидкому засвоєнню матеріалу сприяє різнобічний підхід до висвітлення одного й того ж поняття, пошук різних способів розв'язання однієї і тієї ж самої задачі. Хоча аксіоматичний підхід дозволяє здійснити виклад програмового матеріалу, обмежившись лише статистичним означенням ймовірності [129, с. 11], ми вважаємо за потрібне надавати також класичне означення ймовірності. По-перше, у той надзвичайно короткий проміжок часу, який відводиться на вивчення даної теми в медичному університеті, чітке уявлення про поняття ймовірності можна сформулювати лише при всебічному його трактуванні, по-друге, саме це означення наводить більшість студентів при зрізному тестуванні, його дає в шкільному курсі більшість вчителів, і учні його краще запам'ятовують. Однак обов'язково акцентуємо, що класичне означення ймовірності не є строгим, воно базується на понятті рівноможливих елементарних подій і цей факт робить його

схожим на зачароване коло. Про ймовірність можна говорити лише у зв'язку з деяким простором елементарних подій, тобто у зв'язку з деяким експериментом.

Статистичне означення ймовірності якраз і базується на понятті стохастичного експерименту. Поняття простору елементарних подій та його точок (елементарних подій) є первинними, не означуваними. Простір елементарних подій – це модель ідеалізованого експерименту, у тому розумінні, що, за означенням, будь-який результат експерименту визначається однією і тільки однією точкою цього простору. На думку вчених [69, с.18], головним недоліком статистичного означення ймовірності є те, що ймовірність знаходиться неоднозначно і залежить не тільки від події, але й від серії випробувань. Не оминаємо увагою і геометричне означення ймовірності, наведене вперше у 1877 р. французьким математиком Ж.Л. де Бюффоном. Його задача про голку надала можливість експериментально обчисли число π. Кидаючи голку на площину, що покрита сіткою координатних прямих, він підраховував кількість перетинів голки з цими прямими. Слід зауважити, що таким методом у 1901 р. число π було обчислено з шістьома правильними цифрами. Подання таких історичних фактів є корисним, адже вони дозволяють продемонструвати широчінь можливостей методів стохастики.

Принцип доведення до корисних результатів. Згідно з цим принципом не варто вивчати стохастику, якщо її вивчення не дозволить отримати практично значущі результати. Для якісного засвоєння матеріалу впродовж усього терміну вивчення потрібно особливу увагу приділяти зв'язку навчальної дисципліни з майбутньою професією, спираючись при цьому на конкретні приклади. Це дасть можливість не лише змінити ставлення студентів до стохастики як до абстрактної, формалізованої науки, а й з успіхом використовувати набуті знання у практичній діяльності. У студента має сформуватися логіко-комбінаторного мислення певного рівня. При вивченні стохастики важливо для розв'язування стандартних задач використовувати алгоритми, формувати навички до складання таких алгоритмів, а також, що є найважливішим і найскладнішим водночас, навчити формулювати стохастичні задачі. Необхідно звертати увагу на взаємозв'язок фундаментальних та

прикладних компонентів, вміння виявляти закономірності, які дозволяли б побудувати математичну модель, знайти алгоритм розв'язку. Такий підхід до вивчення дисципліни сприяє формуванню та розвитку вміння абстрактно мислити, підвищує ефективність фахової підготовки. Наприклад, при вивченні формули повної ймовірності та теореми Байєса потрібно надавати інформацію про сучасні методи комп'ютерної діагностики, які здебільшого базуються саме на цих формулах. На жаль, брак часу змушує переносити знайомство з методами комп'ютерної діагностики на самостійну роботу.

Принцип доведення до корисних результатів виявляється у ситуаційних задачах. Ситуаційні задачі дають змогу не просто передавати знання, а навчають справлятися з нестандартними ситуаціями, формуючи методологію використання стохастичних знань у професійній діяльності лікаря. Створення проблемних ситуацій забезпечує мотивацію постановки та необхідність розв'язання задач. При вивченні законів розподілу дискретних випадкових величин (біномного та розподілу Пуассона) як ситуаційну часто розглядаємо задачу, що базується на методиці, запропонованій Р. Дорфманом під час другої світової війни: припустимо, великій кількості людей N потрібно зробити аналіз крові на певне захворювання. Яким чином можна провести тотальне обстеження з максимальною економією часу та реактивів? Для пожвавлення дискусії можна надати інформацію, що Р. Дорфман зумів, застосовуючи розроблений ним підхід, зменшити кількість потрібних для повного обстеження аналізів на 80 %. Часто вдається створити в аудиторії творчу атмосферу, яка заохочує студентів жваво дискутувати, ділитися власними міркуваннями, знаннями. Автору неодноразово доводилося чути від студентів досить оригінальні методи вирішення такої проблеми. Проаналізувавши запропоновані варіанти, доцільно розглянути методику Р. Дорфмана, у якій він запропонував утворити групи по k осіб (як правило, такою групою ставав окремий військовий підрозділ). Проби крові людей, що входять до однієї групи, змішувалися і аналізувалась суміш. Якщо результат негативний, то одного аналізу досить для k осіб. Якщо ж він позитивний, то кров кожного з k людей потрібно дослідити окремо і для k людей необхідно виконати k+1 аналіз. Студенти оцінюють математичне сподівання,

дисперсію, підраховують середню кількість аналізів, яку потрібно виконати при обстеженні великої кількості осіб, встановлюють зв'язок між ймовірністю даного захворювання і оптимальною кількістю осіб у групі. Даний приклад є дуже наочним, викликає зацікавленість у студентів і може бути застосований у майбутній фаховій діяльності.

Принцип неперервності. Знання зі стохастики, які отримують студенти в університеті, згідно з принципом неперервності повинні бути логічним продовженням знань, навичок та умінь, набутих у середній школі при вивченні теорії множин, комбінаторики, математичного аналізу та теорії функцій, диференціальних рівнянь, а також хімії, фізики, біології та інших дисциплін. Зв'язок шкільного та університетського курсів повинен здійснюватися з урахуванням того, що навчання в університеті відрізняється від шкільного як за змістом та складністю задач, що розглядаються, так і за строгістю викладу матеріалу. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики у розвинених країнах уже багато років вивчаються, починаючи з молодших класів. Дискусія про доцільність вивчення стохастики у середній школі має уже майже сторічну історію. У колишньому СРСР проект програми для середньої школи теж передбачав вивчення теорії ймовірностей, однак при затвердженні програми цей розділ було виключено і перенесено на факультативні заняття. Головними причинами такого рішення стала непідготовленість більшості вчителів та відсутність науково-методичного забезпечення.

Оскільки переважна більшість студентів має досить бідний багаж знань з теорії ймовірностей, то особливого значення набувають задачі, які демонструють її зв'язок з іншими дисциплінами: фізикою, біологією, хімією, біохімією, генетикою, радіологією, соціальною медициною тощо. Хоча жоден респондент не зазначив, що елементами теорії ймовірностей та математичної статистики вони користувалися при вивченні шкільного курсу біології, ми вважаємо, що саме біологія може надати необхідну підтримку при навчанні стохастики студентів-медиків та бути невичерпним джерелом яскравих ілюстрацій.

При вивченні шкільного курсу біології у розділі „Спадковість та мінливість організмів” на інтуїтивно-описовому рівні школярі знайомляться з багатьма стохастичними поняттями. На прикладі решітки Пеннета – з поняттям простору елементарних подій та класичним означенням ймовірності. Відслідковування ходу схрещування гібридів знайомить з елементами комбінаторики: множина гібридів першого покоління – це сукупність всіх перестановок із чотирьох елементів. Статистичне означення ймовірностей використовується при встановлені закону розщеплення ознак Г. Менделя: досліджувалося 8023 насінини гороху, рецесивний стан ознаки у другому поколінні спостерігається приблизно у $\frac{1}{4}$, а домінантний – у $\frac{3}{4}$ загальної кількості насінин другого покоління. При вивченні явища зчепленого успадкування користуються теоремою множення ймовірностей для незалежних подій та теоремою додавання ймовірностей. Для дослідження мінливості ознаки складають варіаційний ряд: „послідовність чисельних показників проявів певної ознаки (варіант), розташованих у порядку їхнього зростання чи зменшення” [2, с. 227]. Говориться про розмах варіаційного ряду як про „розмах модифікаційної мінливості”, будують полігон частот, який називають варіаційною кривою і дають таке означення: „Варіаційна крива – це графічне зображення кількісних показників мінливості певної ознаки, яке ілюструє як розмах цієї мінливості, так і частоту зустрічальності окремих варіант” [2, с. 228]. Однак у біології дається трактування всіх зазначених понять на інтуїтивному рівні, математичні означення цих понять не наводяться, тому що даний розділ загальної біології вивчається у першому півріччі 11-го класу, а елементи стохастики у – другому. Така неузгодженість викликає надзвичайні труднощі при вивченні розділу „Спадковість та мінливість організмів” і більшість школярів називає його найскладнішим у шкільному курсі біології.

Принцип інформатизації. Широке впровадження комп’ютерних технологій у всі сфери людської діяльності вимагає від сучасного спеціаліста, незалежно від його професії, вміння логічно мислити, алгоритмізувати розв’язок проблеми. Принцип інформатизації навчання передбачає використання сучасних інформаційних та комунікативних технологій на різних етапах вивчення стохастики.

Комп’ютер може, зокрема, використовуватись для забезпечення доступу до інформації, генерації випадкових даних, для збереження, подання і обробки статистичної інформації. Більшість обчислень та графічних побудов здійснюємо за допомогою програми *Excel*, яка з’явилася у 1985 р. і є найпоширенішою у світі програмою для обробки статистичної даних.

При вивченні стохастики з комп’ютерною підтримкою вдається уникнути ряду проблем, пов'язаних з опрацюванням статистичного матеріалу. Всі побудови графіків (гістограми, полігони частот, функцій дискретних чи неперервних розподілів відносних частот), обчислення параметрів розподілу (вибіркове середнє значення, вибіркова дисперсія тощо) комп’ютер виконує автоматично і практично миттєво – досить ввести потрібні дані та звернутися до відповідної функції програми. Зауважимо, що дана програма містить надзвичайно велику кількість стандартних функцій (математичні, статистичні тощо). Це дозволяє зекономити час на виконанні рутинних обчислень і зосередити увагу на з’ясуванні сутності явищ, що вивчаються. Використання інформаційно-комп'ютерних технологій дає можливість ставити орієнтовані на майбутній фах прикладні задачі – їхнє розв’язання потребує, як правило, громіздких математичних обчислень і неможливе без комп’ютерної підтримки. Наведемо типовий приклад такої задачі. Припустимо, проводилися дослідження крові на вміст гемоглобіну. При обстеженні дорослих отримали такі значення ($10^{12}\,л^{-1}$):115; 140; 98 ; 120; 89. При обстеженні дітей значення виявились такими: 85; 127; 119; 130; 124; 111. Чи істотними є відмінності в середніх значеннях вмісту гемоглобіну в осіб різних вікових категорій ?

Безумовно, спочатку потрібно розв’язати одну чи декілька задач такого типу без використання комп’ютера, пояснити студентам суть методів порівняння вибіркових середніх при невеликих обсягах вибірок, впевнитись, що студентами засвоєні такі поняття, як нормальний закон розподілу, вибіркова середня, виправлена дисперсія, рівень значущості, кількість ступенів вільності. Потім розглянути послідовність операцій, необхідних для порівняння вибіркових середніх: переконатись чи ознака розподілена за нормальним законом; відшукати значення

виправлених вибіркових дисперсії; порівняти дослідне значення критерію Фішера (відношення більшої дисперсії до меншої) з критичним при вибраному рівні значущості і зробити висновок щодо гіпотези про рівність вибіркових дисперсій; розрахувати вибіркові середні; знайти дослідне значення критерію Стьюдента; задатись рівнем значущості і знайти критичне значення *t*-критерію; прийняти чи відхилити гіпотезу про рівність вибіркових середніх.

Потім розв'язуємо задачі такого типу з підтримкою програми *Excel*. Кількість експериментальних даних можна при цьому значно збільшувати, оскільки затрати часу зростатимуть лише за рахунок введення даних у пам'ять комп'ютера.

Використовуючи індивідуальний підхід, можна продемонструвати можливості перевірки гіпотези про рівність двох середніх для випадку, коли дисперсії вибірок не є рівними, а також без приущення про дисперсії, звернути увагу на ситуації, при яких закони розподілу не є нормальними, на наявність непараметричних критеріїв та особливості їх використання.

Викладач має можливість звернути достатню увагу на такі важливі проблеми: кількість вихідних даних і способи їх відбору; правомірність застосування результатів, отриманих на основі дослідження вибірки, до всієї генеральної сукупності; вибір оптимальних способів оцінювання; вибір способів узагальнення, класифікації та представлення результатів.

На думку автора, надзвичайно корисним є те, що за такого підходу студенти послуговуються сучасними математичними методами і сучасними програмними продуктами, які є не лише засобом навчання, а й об'єктом вивчення. Адже сучасний спеціаліст повинен володіти не тільки фундаментальними знаннями в конкретній предметній галузі, але й мати досвід роботи з сучасними технічними засобами, знати можливості інформаційних та комунікаційних технологій і вміти застосовувати їх у практичній діяльності.

Принцип мотиваційного забезпечення. Процес формування пізнавальної самостійної активності можливий лише за умови готовності до цього студента. Аналіз результатів індивідуальних та контрольних робіт засвідчує, що велика кількість студентів сприймає стохастику як досить абстрактну науку і вважає, що

вона не має прямого відношення до майбутньої професії. Щоб встановити наявність у студентів зацікавленості у вивченні професійно зорієнтованих курсів стохастики, ми провели спеціальне дослідження студентів, які завершили вивчення стохастики. На запитання: „Чи потрібно у медичному університеті вивчати теорію ймовірностей та математичну статистику?" ствердно відповіло 50 % опитаних. У групах, де запитання було сформульоване так: „Чи потрібно у медичному університеті вивчати фахово зорієнтований курс стохастики?", ствердну відповідь дало 85 % респондентів. Анкетування засвідчило, що 57 % студентів-першокурсників бачать перспективи використання елементів стохастики у майбутній фаховій діяльності. Крім цього, 19 % опитаних розуміють , що такі перспективи існують, однак не можуть їх чітко усвідомити і спрогнозувати, 50 % студентів стверджують, що у процесі вивчення стохастики покращилося бачення таких перспектив. Отже, студентів-медиків не потрібно переконувати, що стохастика відіграє важливу роль у формуванні їхніх фахових надбань. Потрібно їм лише чітко сформулювати такі перспективи та допомогти отримати необхідні знання, навчити використовувати методи та прийоми стохастики у майбутній професії, сформувавши таким чином ймовірнісно-статистичне мислення, а отже, і стохастичну культуру. Серед усіх опитаних 56 % вважають, що на практичних заняттях недостатня увага приділяється мотиваційному забезпеченню(студенти не розуміють як і де даний навчальний матеріал може бути використаний при вирішенні прикладних задач, зорієнтованих на майбутню фахову діяльність), і тому вони не набувають необхідних у фаховій діяльності вмінь та навичок по роботі зі стохастичним матеріалом.

Навчальний матеріал може бути сприйнятий, але залишатися незрозумілим, або недостатньо зрозумілим. Один і той же матеріал може сприйматися по-різному, залежно від мотивів, якими керується в своїй діяльності студент. Оптимізацію процесу розуміння навчального матеріалу О.Н.Леонтьєв пов'язує з пізнавальною активністю особистості. Лише матеріал, який став „сферою цілей" у зв'язку з тим чи іншим спонукальним мотивом, може бути зрозумілим глибоко. Дослідження глибини засвоєння, глибини розуміння потребує проникнення в мотиваційну сферу особистості. У процесі навчальної діяльності реалізується зв'язок між змістово-

операційними, вольовими та мотиваційними компонентами пізнавальної самостійності, кожна з яких виконує свою функцію: мотиваційна – спонукає до навчально-пізнавальної діяльності, змістова – створює базу для її здійснення, вольова – забезпечує її завершення. Однак провідна роль належить мотиваційному компоненту, оскільки в його основі лежать потреби – головне джерело активності людини. На підтвердження такої тези наведемо результати анкетування. Виявилося, що 15 % студентів вважає, що курс стохастики в медичному університеті має бути значно скорочений або й зовсім ліквідований. Яким же є склад цієї групи? Не вивчали стохастику в школі 48 % осіб, „не дружать" із комп'ютером та іншими інформаційними технологіями – 70 %, не бачать ніяких перспектив використання стохастики у фаховій діяльності – 95%.

Велика роль у мотиваційному забезпеченні вивчення стохастики належить прикладним задачам фахового спрямування. У додатку наведено приклади таких задач, розроблених або адаптованих автором до сучасних умов навчання стохастики

Отже, навчання стохастики у медичному університеті повинно мати професійну спрямованість, бути менш формалізованим, наближеним до майбутньої фахової діяльності. Систематичне використання прикладних задач сприяє усвідомленому та глибокому засвоєнню матеріалу. Студент повинен оволодіти не лише основними теоретичними відомостями та практичними навичками, а й навчитися їх застосовувати у майбутній фаховій діяльності. В такому випадку стохастика поруч з загальними задачами фундаментальної науки, які вона вирішує, забезпечуватиме також вирішення ряду фахових проблем. Дискусія про роль та місце стохастики у системі середньої та вищої освіти має понад сторічну історію і вже традиційним стало її пожвавлення у періоди реформування освіти. Входження України у Європейський освітній простір, зростання ролі стохастичних методів в різних галузях наукового знання та у всіх сферах людської діяльності, бурхливий розвиток інформаційних технологій робить цю дискусію особливо актуальною, і на сьогодні є всі підстави стверджувати про наявність передумов для успішного розв'язання цієї наболілої проблеми.

3.4. Принцип наступності як засіб інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів

Серед дидактичних проблем професійної педагогіки однією з головних є проблема дотримання принципу наступності та взаємозв'язку загальної та професійної освіти. Ефективна підготовка фахівця можлива лише за умови органічного поєднання цих двох ланок єдиної системи неперервної освіти. В основі цього зв'язку лежать об'єктивні закономірності філософського, дидактичного, психологічного характеру. В дослідженні ми розглядаємо взаємозв'язок у двох аспектах: об'єктивному, який відображається у змісті навчання та суб'єктивному – у процесі навчання. Системоутворювальним чинником є принципи навчання, до яких у професійній освіті додаються специфічні: фахової спрямованості, доведення до корисних результатів, мотиваційного забезпечення тощо.

Засвоєння навчальної дисципліни не може бути успішним без свідомого врахування істотної диференціації початкового рівня знань студентів, яка за даними експериментальних досліджень значно посилилась впродовж 10-12 останніх років. Аналіз результатів зрізового тестування, яке традиційно проводилося в медичному університеті автором упродовж 14 років, свідчить про наявність двомодального розподілу рівня базових знань з фізики у студентів-першокурсників. Додаткові дослідження, проведені у однорідних вибірках (випускники сільських та міських шкіл, юнаки та дівчата тощо), дали змогу встановити, що основним чинником, який формує двомодальну емпіричну криву щільності розподілу, є форма навчання: контрактна або держзамовлення. Введення вступного іспиту з фізики для абітурієнтів, що планують навчатися на місцях понад державне замовлення, збільшення конкурсу, виявилися позитивними чинниками, які зумовили повільну тенденцію до підвищення базового рівня знань з фізики у студентів-першокурсників. Закон розподілу результатів зрізного тестування при цьому наближався до нормального з від'ємним ексцесом. Для вирівнювання початкового рівня знань ефективними виявилися такі заходи: „вирівнювальні" курси з фізики, спеціальна методична література, проведення пре-тестів перед вивченням нового

змістового модуля тощо. Вихідне тестування-зріз (пре-тестування) є багатоцільовим: потрібно не лише встановити вихідний рівень знань у студентській групі, а, що важливіше, спонукати студентів до повторення тих тем, знання з яких є необхідними для успішного засвоєння програмового матеріалу.

Незважаючи на те, що фізика є основою природознавства і провідна роль фізики у створенні базових технологій XX століття очевидна, в останні роки спостерігається тенденція погіршення рівня знань із природничих дисциплін. Що є причинами цього явища? Найчастіше до таких причин відносять економічні негаразди суспільства: як засвідчує опитування, більшість старшокласників сприймає фізику як фундамент техніки, пов'язуючи її з суто інженерними професіями. Стереотип інженера-невдахи, що сформувався за останні три десятиліття у свідомості наших співгромадян, не сприяє підвищенню інтересу до цього навчального предмета. Аналіз ситуації з вивчення природничих дисциплін у зарубіжних країнах дає підстави думати, що зазначена тенденція обумовлена деякою мірою інтенсивним розвитком нових галузей знань: інформаційні технології, генетика, біофізика, біоніка, генна інженерія. Проблема невисокого попиту на природничо-математичні програми навчання: математика, фізика, біологія та ін. залишається актуальною для європейської освіти. Ці програми є складнішими, вимагають більших зусиль та фінансування, але вони надзвичайно потрібні сучасній і майбутній економіці. У Комюніке ЄС від 5 березня 2003 р. вперше вживається термін "економіка, яка базується на знаннях" і зазначається, що розвиток економіки, що базується на знаннях визначається такими чинниками: створення нових знань; передача цих знань у навчальному процесі; використання їх у виробництві та сферах послуг. Це означає, що сучасна економіка забезпечує мотивацію до здобуття природничо-математичних спеціальностей – фахівці з такою освітою є мобільними, їм легше працевлаштуватися, отримати навички роботи за новою спеціальністю. Розкриття ролі та місця фізики у перспективних галузях сучасної науки є ефективним засобом, що сприяє підвищенню інтересу до цієї дисципліни.

Сучасні підручники з фізики для загальноосвітніх шкіл, як і сам курс, у переважній більшості адекватні до тих технократичних та утилітарних цілей, які

ставились перед освітою в радянській школі. Більшість учнів навіть не підозрює про наявність тісного зв'язку між фізикою та багатьма новітніми технологіями і новими галузями природознавства. У контексті нашого дослідження йдеться, насамперед, про ***роль у шкільному курсі фізики елементів живого: біофізики, біоніки, медичної фізики***. Викладання фізики в школі нерідко здійснюється так, що учні сприймають цю науку як фундамент техніки, без зв'язку з живою природою та повсякденним життям. Викладання ж біології відбувається поза її зв'язком з фізикою та іншими точними дисциплінами. Так, на прохання навести приклади реактивного руху, понад 90 % учнів медичного ліцею наводять приклад руху ракети. Лише додаткові питання: "Чи стикалися ви в повсякденному житті з реактивним рухом? Чи були його безпосереднім учасником?" спонукають до аналізу життєвих ситуацій, споглядання за живою природою і можна почути загальновідомі приклади: рух кальмарів, восьминогів, каракатиць, викид насіння "шаленими" огірками, стрибки стрекози, стрибки з човна тощо. Вивчення основ такої фундаментальної науки про природу, якою є фізика, має відбуватися у тісному зв’язку з реальним життям та живою природою. Посилення такого зв'язку поза всяким сумнівом сприятиме підвищенню інтересу до фізики, динамізує процес її вивчення у середній школі, сприятиме гуманізації середньої фізичної освіти. Учень може не мати інтересу до вивчення будови трансформатора, діода чи атомного реактора, однак кожному цікаві процеси, що пов’язані з життєдіяльністю власного організму. Як ми бачимо? Що чуємо? Чому одяг захищає нас від холоду, хоча його теплопровідність більша, ніж повітря?

Елементи фізики живого не мають бути штучно імплантованим елементом, вони мають органічно вписуватися в навчальний матеріал, поглиблюючи його, посилюючи та ілюструючи. Розробка та впровадження в практику шкіл факультативних курсів з проблем, що знаходяться на стику природничих наук (фізики та біології, хімії та біології, фізики та інформатики) і посилюють зв'язок фізики з навколишньою природою та людиною, підвищують інтерес до фізики. Способи подання біофізичного матеріалу принципово не відрізняються від способів викладу елементів техніки. Для багатьох учнів важливим є переконання, що фізика –

основа не лише техніки, а й основа природознавства, вона дозволяє зрозуміти велику кількість процесів, що відбуваються у живих організмах, особливості їхньої будови та життєдіяльності.

По-перше, на уроках фізики слід систематично показувати єдність живої та неживої природи, застосовність законів фізики до живих організмів. Учні мають усвідомити, що добре розвинений концептуальний апарат фізики, її методи можуть бути продуктивними в усіх природничих науках.

По-друге, доцільно знайомити учнів з методами фізичних досліджень живих об'єктів. Своїми успіхами медицина, хімія, біологія багато в чому зобов'язані досягненням фундаментальних наук і, насамперед – фізиці. Велика кількість діагностичних та лікувальних методик базується саме на фізичних методах. Так, наприклад, до найважливіших досягнень сучасної медицини відносяться різні види комп'ютерної томографії: магнітно-резонансна, ультразвукова, рентгенівська, позитрон-емісійна тощо. Пояснити суть цих методик під силу лише спеціалістам-фізикам. Фізичні дослідження – невичерпне джерело нових діагностичних й лікувальних методик. Життєдіяльність всіх органів та систем супроводжується виникненням певних фізичних полів та випромінювань: інфрачервоних, оптичного діапазону, акустичних, електричних та магнітних. Прецизійні дослідження таких випромінювань відкривають нові перспективи в медицині. Дуже важливо для суспільства не втратити потенціал молодих, адже їх розум особливо гнучкий, а здатність до творчого, нестандартного мислення надзвичайно висока.

По-третє, важливо надавати інформацію про вплив різних фізичних факторів (електричних та магнітних полів, іонізуючого випромінювання тощо) на живі організми. Акцентувати увагу на проблемах екологічного характеру. У науці та техніці все актуальнішими стають ***морально-етичні проблеми***. Порушуються біогеохімічні цикли біосфери. Без знання законів природи, на основі яких людство просувається у своєму технологічному розвитку, неможливе розв'язання екологічних проблем.

Успішна підготовка фахівців природознавчих галузей потребує постійного оновлення змісту курсу фізики. Стабільність програми не означає незмінності

змістового наповнення навчального посібника з фізики. Стрімкий розвиток науки та техніки актуалізує проблему відбору навчального матеріалу та оновлення його змісту. Врахування орієнтації на майбутній фах спонукає до збільшення місця та ролі в навчальних програмах питань історії фізики, філософських аспектів природознавства, а також питань, присвячених фізиці живого, зокрема медичній та біологічній фізиці.

Живий організм є високоорганізованою системою зі складною ієрархією його складових. Органи та тканини в нормальному стані характеризуються певними властивостями: механічними, електромагнітними, оптичними, які можуть бути використані з метою діагностики, а вплив зовнішніх факторів різної фізичної природи – з лікувальною метою. Процеси, які відбуваються у живому організмі, є причиною виникнення фізичних полів: акустичних та електромагнітних. Інформація про поля та випромінювання людини, можливості їх реєстрації та використання з діагностичною метою дасть змогу значно активізувати інтерес учнів при вивченні відповідних тем базового курсу фізики.

Акустичне випромінювання людини має два частотні діапазони: низько- (частоти менші 1кГц) та високочастотне (ультразвукове). Низькочастотне випромінювання виникає при різних фізіологічних процесах – биття серця, рух легень, крові, перистальтика шлунка тощо. Це випромінювання легко реєструється різними контактними методами, але його практично неможливо вимірювати дистанційно, оскільки акустичні хвилі майже повністю відбиваються від межі поділу “тіло людини – повітря”. Добре акустичне узгодження між цими середовищами здійснюється за допомогою спеціального органу – вуха, яке практично без утрат здійснює передачу звукових коливань повітря до рецепторів внутрішнього вуха. Існує також і зворотний процес – передача механічних коливань звукової частоти з вуха в навколишнє середовище (кохлеарна емісія).

Джерелом **високочастотного акустичного випромінювання** є тепловий хаотичний рух молекул та інших найдрібніших часточок. Інтенсивність таких акустичних хвиль визначається температурою тіла. Досліджуючи таке

випромінювання (його називають акустотермальним), можна отримати інформацію про розподіл температури всередині організму.

У медицині з діагностичною метою використовують ультразвукові хвилі: на тіло пацієнта спрямовують іззовні ультразвуковий сигнал, який відбивається (частково) від межі контакту різних шарів біологічних тканин. За часом затримки відбитого променя визначають відстань до перешкоди. При УЗД використовують механічні коливання, частота яких знаходиться в діапазоні 2 – 10 МГц і залежить від глибини розташування досліджуваної тканини. При збільшені частоти покращується роздільна здатність, але зменшується глибина проникнення.

Електричні та магнітні поля й випромінювання. При функціонуванні окремих органів та їхніх систем виникають ***електричні поля***. Контактні вимірювання таких полів використовують для дослідження роботи серця (електрокардіографія), мозку (електроенцефалографія), м'язів (електроміографія) тощо. Сучасна техніка дає можливість будувати миттєві карти просторового розподілу електричного поля з інтервалом часу порядку декількох мілісекунд. Крім того, електричне поле навколо людини створюється трибозарядами (зарядами, які виникають при терті високоомних поверхонь тіла з одягом або іншими діелектричними предметами). Таке поле є досить сильним, змінним у часі як завдяки стіканню з високоомних ділянок епідермісу, так і завдяки змінам геометрії тіла, воно характеризує фізіологічну сейсміку тіла.

Струмами, що виникають при функціонуванні органів, створюються ***магнітні поля***. Ці поля надзвичайно слабкі, значно слабші за магнітне поле Землі. Так, біомагнітний сигнал людського мозку має значення порядку 10^{-12} Тл, амплітуда магнітного поля серця приблизно дорівнює 10^{-10} Тл, тоді як індукція магнітного поля Землі поблизу її поверхні має значення порядку 10^{-5} Тл. Щоб виділити біомагнітне поле на фоні змін геомагнітного (так звані геомагнітні шуми, амплітуда яких сягає 10% поля Землі, що у мільйони разів перевищує біомагнітні сигнали), вимірюють не самі його параметри (індукцію, напруженість), а їх зміну в просторі (градієнт індукції або напруженості). Магнітне поле, так само як і електричне, відображає біоелектричну діяльність внутрішніх органів, але воно є дещо інформативнішим каналом дистанційного зондування, оскільки біологічні тканини ”прозорі” для такого випромінювання. Це дає можливість

діагностувати ряд захворювань на ранніх стадіях, знімати, наприклад, магнітокардіограму плоду тощо.

Потужним джерелом інформації є ***електромагнітне випромінювання надвисокої частоти*** (НВЧ) з довжинами хвиль від метра до міліметрів. Інтенсивність такого випромінювання досить мала: на частоті 1 Гц має порядок 10^{-11} Вт/см^2, але такі інтенсивності нескладно вимірювати за допомогою сучасних радіометрів. Дослідження електромагнітного випромінювання дають можливість проводити динамічні вимірювання розподілу температури всередині організму людини з глибини 3-5 см з досить високою точністю (0,1 К). Радіотермографія, забезпечуючи вимірювання просторового розподілу температури всередині організму, даєзмогу досліджувати процеси роботи мозку, кишківника, проводити моніторинг впливу різних медичних процедур на внутрішні органи. Недоліком методу є невисока, порівняно з тепловим акустичним випромінюванням, просторова роздільна здатність. При перепаді температури 1 К зміна інтенсивності випромінювання складає всього 10^{-17} Вт/см^2. Щоб посилити температурні перепади в онкодіагностиці, наприклад, перед НВЧ-дослідженням хворому дають розчин глюкози. При цьому в місцях локалізації пухлин чи метастазів спостерігається підвищення температури, оскільки пухлинам для росту потрібні більші затрати енергії. У той же час ефективність перетворення енергії, яка міститься у вуглеводах, в енергію АТФ у таких клітинах значно нижча, ніж у здорових.

Найпотужнішим з усіх випромінювань людського тіла є **інфрачервоне**; воно має довжину хвилі 1-15 мкм і загальну потужність з усієї поверхні тіла людини приблизно 100 Вт. Спектр теплового випромінювання (залежність спектральної густини від довжини хвилі) є суцільним, положення максимуму залежить від температури тіла за законом Віна $\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$. Якщо температура людського тіла в нормі, то максимум випромінювання припадає на $\lambda_{\max} = 9{,}3$ мкм, тобто знаходиться в інфрачервоному діапазоні. Інфрачервоне теплове випромінювання сильно поглинається біологічними тканинами і практично повністю згасає при проходженні шару товщиною 100 мкм = 0,1мм, тому реєстрація такого випромінювання дає змогу отримати інформацію про просторовий розподіл температури на поверхні організму, яка визначається капілярними потоками крові.

Термографія є досить інформативною діагностичною методикою і відображає багато серйозних патологій на ранніх стадіях. Ця методика дає змогу візуалізувати ділянки тіла, в яких кровообіг порушений (температура в цьому випадку знижується), і ділянки, де мають місце запальні процеси (температура підвищується). Існують чорно-білі та кольорові тепловізори, оскільки ділянки тіла з різною температурою відрізняються за яскравістю (відповідно до закону Стефана-Больцмана) і кольором (відповідно до закону Віна). За допомогою тепловізорів можна отримати як миттєвий, так і динамічний розподіл температури різних ділянок тіла.

Електромагнітне випромінювання тіла з довжиною хвилі того ж порядку, що й видиме світло, називають **оптичним**. У деяких випадках це випромінювання може бути зафіксоване неозброєним оком, хоча в більшості випадків воно є надзвичайно слабким і було виявлене лише в другій половині XX століття при появі достатньо чутливих приладів. На думку багатьох дослідників – це не що інше як хемілюмінесценція, яка відбувається внаслідок окислення ліпідів поверхні шкіри. Хемілюмінесценція супроводжує ряд біохімічних реакцій, найпоширенішою та найбільш дослідженою з яких є реакція перекисного окислення ліпідів.

Потрібно знайомити учнів також з ідеями та досягненнями біоніки. Біоніка є дочірньою дисципліною для біології, хімії, фізики, її найважливіші принципи складалися під впливом кібернетики та електроніки. Технічні науки розробляють методи створення нових артефактів і пропонують наочні моделі складних систем, що сприяє розумінню сутності природних об'єктів. Треба підкреслити, що біоніка має на меті не сліпе наслідування біологічних систем, а розкриття принципів їх побудови. Можна навести багато прикладів того, як новим технічним відкриттям та винаходам передувало вивчення живої природи. Вивчення форми крила птахів та спостереження за їхніми польотами допомогли М. Е. Жуковському в створенні теорії літакобудування. Зауважимо, що ще Леонардо да Вінчі вивчав польоти птахів у пошуках шляхів створення літальних апаратів. Вивчення будови зубів гризунів та кігтів тварин допомогло створити “самозагострювальні” різці. У роки першої світової війни на озброєнні Британського флоту з'явилися гідрофони – прилади, які дали змогу за шумом гвинтів виявляти підводні човни. Але гідрофони безвідмовно працювали лише при встановленні на нерухомих

кораблях, оскільки під час руху шум води біля приймального пристрою заглушував звук гвинтів підводного човна. Визначальними виявилися спостереження відомого фізика Р. Вуда, який зауважив, що інженерам потрібно повчитися у тюленів, які прекрасно чують, рухаючись у воді. Приймальному отвору гідрофона було надано форму вушної раковини тюленя. Так була розв’язана ця проблема.

Інший приклад. Наближення шторму відчувають усі тварини – кити відходять далеко в море, ховаються за скали дельфіни, аналогічно поступають медузи. Зацікавившись цією проблемою, вчені встановили, що в результаті тертя повітря об гребені штормових хвиль виникають інфразвуки частотою 8–13 Гц, які сприймаються тваринами. Спільними зусиллями лікаря Г. Новинського та інженера Б. Іванова був створений прилад, аналогічний до слухової порожнини медузи, яка здатна, деформуючись, настроюватися в резонанс з коливаннями потрібної частоти. Загальність законів фізики проявляється у подібності будови різних органів у живих організмів та механізмів, пристроїв, створених людиною. Однак очевидною стає недосконаліть сучасних приладів та пристроїв порівняно з тими, що існують у живій природі. Природа шляхом природного відбору створює, як правило, надзвичайно досконалі та економічні форми. Тому велика кількість важливих та складних технічних завдань розв'язується на основі запозичених у живої природи принципів. Наприклад, спостерігаючи за падінням кішки, можна спроектувати один із способів управління польотом ракети. Розпростершись у повітрі, кішка лапами та хвостом здійснює обертальні рухи, доки її тіло не набуде потрібного положення. Обертаючи всередині ракети маховик, можна спричинити поворот ракети в протилежний бік. Важливо пам'ятати, що серед розмаїття прикладів для розгляду на уроках фізики потрібно підбирати лише ті, що підлягають серйозному фізичному обґрунтуванню. В табл. 3.4 подано рекомендації щодо можливого використання біофізичного матеріалу в різних розділах фізики.

Таблиця 3.4

Використання елементів медичної та біологічної фізики при вивченні базового курсу фізики у середній школі

Клас	Розділ фізики	Рекомендований навчальний матеріал
IX	Кінематика	Розміри та форма тіла і спосіб життя тварин. Хто вище стрибає та швидше плаває. Швидкості переміщення, прискорення різних живих істот. Центрифуги в біології та медицині
	Динаміка	Механіка людського тіла. Роль скелета, мускулів, сухожилів у динамічних процесах. Порівняння сил, що виникають у живій природі. Важелі в живих організмах. Центр мас та рівновага живих організмів. Життя в умовах невагомості.
	Закони збереження в механіці	Оцінка роботи живих механізмів. Потужності та відносні потужності в тваринному світі (слона, комара, бджоли). Колір крові та закон збереження енергії
	Рух рідин та газів	Закони Паскаля та Архімеда стосовно поселенців солоних та прісних водоймищ. Закони руху крові. Кров'яний тиск. Піднімальна сила крила птаха. Використання елементів будови живих організмів в авіації та при конструюванні підводних човнів. Кровообіг у жирафа. Космічна медицина
X	Основи молекулярно-кінетичної теорії	Дифузія в процесах дихання та травлення. Газова емболія
	Молекулярні явища в різних агрегатних станах	Поверхнево активні речовини біологічного походження, їх роль в процесах дихання та травлення. Роль поверхневого натягу в механіці легеневих альвеол. Будова біологічних тканин та їх деформації (на прикладі кісток, м'язів, сухожиль). Запас міцності. Роль капілярів у процесах життєдіяльності. Рідинні кристали у живій природі. Мозаїчна модель будови біологічних мембран
	Основи термодинаміки	Терморегуляція живих організмів. Живий організм як відкрита термодинамічна система. Закон збереження та перетворення енергії для живої природи. Вивільнення енергії, інтенсивність основного обміну. Температурний контроль
	Електростатика	Біопотенціали та їх реєстрація. Фізичні основи електрографії. Електричні заряди у риб та рослин. Використання живої електрики з лікувальною метою (історичний аспект використання гальванізації). Живі організми в електричному полі
	Магнітне поле. Електромагнітна індукція	Чи мають і як користуються тварини магнітним компасом. Основи магнітографії. Вплив магнітного поля на процеси життєдіяльності. Індукційні струми в медицині
	Постійний електричний струм Електричний струм у різних середовищах	Електричний опір біологічних тканин. Дослідження опору з діагностичною метою. Подразнювальна дія електричного струму. Електрофоретичні методи. Електричний струм та безпека життєдіяльності. Потенціал спокою та потенціал дії. Сальтаторне поширення нервового імпульсу

Продовження таблиці 3.4

Клас	Розділ фізики	Рекомендований навчальний матеріал
XI	Механічні коливання хвилі	Голосовий апарат людини. Основи фізики слуху. Фонографія. Перкусія та аускультація. Роль ультразвуку як засобу локації в живій природі (дельфіни, кажани). Ультразвукова діагностика. Використання ефекту Доплера в медицині з діагностичною метою
	Електромагнітні коливання й хвилі. Змінний струм	Поля та випромінювання людини. Імпеданс біологічних тканин. Дослідження змін опору біологічних тканин з діагностичною метою. Мікрохвильова терапія. Радіотелеметрія
	Оптика	Елементи фізичних основ зорової рецепції. Спектральна та енергетична чутливість ока. Близько- та далекозорість. Інерційність зорового сприйняття. Денний та сутінковий зір. Мікроскопія в медицині та біології. Живі дзеркала та лінзи. Рослини-світловоди. Використання оптичних волокон в медичних дослідженнях (гастроскопи, ендоскопи, лапароскопічна хірургія). Око-термометр
	Квантова фізика	Люмінесценція живих організмів. Фізичні основи термографії. Використання рентгенівських та γ –променів для діагностики та лікування. Електронний мікроскоп. Лазер та його застосування в медицині (мікрохірургія, терапія, генна інженерія тощо). Рентгенографія. Комп'ютерна рентгенівська томографія. Радіотерапія. Поняття про ЯМР-томографію та ЯМР-спектроскопію
	Атом та атомне ядро	Радіоактивні ізотопи та їх використання в біології, медицині, агрономії. Біологічна дія іонізуючого випромінювання

Досліджуючи проблему наступності у ході педагогічного експерименту, ми з'ясували типові недоліки у структурі фізичних знань студента-першокурсника:

а) за наявності зайвих даних близько 70 % студентів не можуть розв'язати задачу;

б) понад 80 % не вміє розв'язувати якісні задачі;

в) проблематичним для більшості студентів є врахування меж застосовності законів та закономірностей;

г) невміння аналізувати одержаний результат;

д) невміння розв'язувати задачі різними способами.

При виконанні лабораторних робіт на актуалізується проблема дослідження функціональних залежностей та побудова графіків, хоча значна частка годин навчального плану з математики у середній школі відводиться саме на вивчення функціональних залежностей та їх графічну інтерпретацію. Це залежності кінематичних величин від часу, температурні залежності опору та інших фізичних

параметрів, вольт-амперні характеристики, графічне подання ізопроцесів у молекулярній фізиці. Однак при застосуванні узагальнених строгих математичних залежностей до конкретних випадків у студентів-першокурсників виникають чималі труднощі навіть у випадку найпростіших залежностей – лінійної та квадратичної, які детально і тривалий час вивчають на уроках математики. Як показує багаторічний досвід, найбільше проблем виникає при розгляді процесів, що описуються експоненціальною та логарифмічною функціональними залежностями, при побудові їх графіків, використанні логарифмічної та напівлогарифмічної шкал, інтерпретації результатів тощо. При вивченні біологічної та медичної фізики саме ці залежності зустрічаються найчастіше і такі функції потребують окремого розгляду.

При аналізі результатів зрізного тестування, результатів вступних іспитів складається переконання про відсутність глибоких базових знань та розумінь основних законів фізики у багатьох випускників. “Нас пригнічує не стільки недостатність фактів та теоретичних уявлень, що знаходяться у розпорядженні учнів, скільки відсутність ясних та правильних міркувань про співвідношення між ними. Учні погано орієнтуються в тому, **що** покладено в основу означення, **що** є результатом досліду, на **що** потрібно дивитися як на теоретичне узагальнення дослідних даних. Нерідко нові факти оцінюються як самоочевидні наслідки, і тому все глибинне значення цих фактів залишається неусвідомленим, чи, навпаки, різні формулювання одних і тих же положень сприймаються як різні закономірності”, – ця думка є надзвичайно актуальною сьогодні, хоча висловлена 60 років тому: 29 червня 1948 року у передмові до першого видання “Елементарного учебника физики” Г. С. Ландсбергом.

Говорячи про розуміння, маємо на увазі здатність пояснювати природні й штучні явища та процеси, спираючись на фізичні закони та закономірності, останні наукові досягнення. Але слід зауважити, що термін “розуміння” означає також процес досягнення результату як сукупності певних пізнавальних операцій, що переводять суб’єкт у стан розуміння [107]. Тільки достатньо зрозумілі і активно засвоєні знання, спонукають до рефлексії, ціннісних суджень, трансформуючись у нові якості особистості. Значну увагу розумінню як процесу приділяли багато

видатних фізиків (Н. Бор, В. Гейзенберг, А. Ейнштейн, Е. Шредінгер та ін.), без якого, на їх думку, неможливий подальший розвиток фізичної науки. При цьому розрізняємо логічне розуміння, яке забезпечує репродуктивне засвоєння інформації, і розуміння глибинне (всебічне оволодіння предметом), за якого стає можливою творча діяльність [248]. Оптимізація процесу розуміння навчального матеріалу за А.М. Леонтьєвим [205] пов'язується з пізнавальною активністю особистості. По-справжньому зрозумілий (сприйнятий) матеріал – це матеріал, що став “сферою цілей” у зв'язку з тими чи іншими мотивами. Кожен із компонентів пізнавальної самостійності виконує певну функцію: мотиваційний компонент спонукає до навчально-пізнавальної діяльності, змістово-операційний створює базу для її здійснення, вольовий забезпечує її завершення.

Викладач має забезпечувати диференційований підхід до вивчення теоретичного матеріалу, розв’язування задач, оскільки процеси розуміння у різних студентів відбуваються по-різному. Основна складність полягає в невмінні студентів працювати самостійно, творчо та продуктивно мислити. Щоб полегшити засвоєння навчального матеріалу майбутніми лікарями з різних природничих дисциплін домагаємось розуміння суті основних логічних форм мислення: понять, суджень, умовиводів. Враховуючи основні формально-логічні закони та психологічні закономірності формування мислення, основну увагу при вивченні фізико-математичних дисциплін зосереджуємо на розвитку творчих здібностей, логічного мислення, формуванні інтелектуальних умінь і навичок розумової праці. Досить складним є формування фізичних понять, засвоєння яких передбачає послідовність логічних операцій – порівняння, абстрагування, узагальнення тощо. Виконання цих операцій розвиває і зміцнює розумові здібності, створюючи основу для подальшої самостійної творчості. У поняттях відображаються загальні сутнісні властивості речовин та явищ. Виявлення цих властивостей шляхом порівняння і відбору відкриває можливості для самостійного мислення в процесі навчання. Побудова навчального процесу з медичної та біологічної фізики на основі принципу науковості пізнання закладає фундамент наукового мислення, формує пізнавальний стиль майбутнього фахівця. Для розвитку інтелектуального мислення студента важливо знати, де вихідні факти, в чому суть

гіпотези, як із постулатів роблять теоретичні висновки, якими є експериментальні підтвердження справедливості теорії. Оволодіння цими вихідними методологічними поняттями дає можливість уникнути механічного заучування навчального матеріалу та ряду типових для студентів помилок.

Найбільші труднощі викликає вивчення електричного струму в різних середовищах: газах, електролітах, напівпровідниках, а також молекулярні явища у різних агрегатних станах речовини: кипіння, поверхневий натяг рідин, механічні властивості твердих тіл. Досить проблемними є такі теми з оптики: інтерференція, дифракція та поляризація світла. Формалізм виявляється у невмінні застосовувати основні закони та поняття квантової фізики. Більшість випускників не опановує будову та принцип дії лазера, транзистора тощо.

Шляхи усунення недоліків: а) розвиток логічного мислення студентів та акцентування його на зв’язку з власним досвідом; б) розв’язання вже відомих задач з видозміненими умовами, зайвими параметрами; в) розв’язування і детальний аналіз якісних задач, які висвітлюють різні аспекти біофізичних явищ; г) ширше використання методу моделювання; д) розв’язування фізичних задач інтегрованого характеру, які мають конкретну фізичну суть і значущість, а також враховують профілювання навчального матеріалу; е) систематичне проведення зрізних тестувань за темами базового курсу, без яких неможливе свідоме опанування цілісної системи знань з медичної та біологічної фізики; є) організація та проведення консультацій; ж) забезпечення необхідною методичною літературою.

Зазначені вище процеси актуалізують одну із традиційних проблем фізичної освіти – створення якісної навчальної літератури. ЇЇ наявність є необхідною передумовою неперервної самоосвіти та розвитку творчих здібностей особистості.

За даними Книжкової палати в Україні за роки незалежності видано понад 50 найменувань посібників та іншої навчально-методичної літератури з фізики (довідники, збірники задач, таблиці тощо). Характерними ознаками цих видань є розмаїття способів викладу матеріалу [80, 81, 101, 120, 151, 162, 179, 190, 191, 200, 220, 247, 256, 298, 279, 345, 373] та надзвичайно малий наклад. Проблемі формування вмінь розв'язувати фізичні задачі присвячена щонайменше половина

усіх зазначених видань. Це збірники задач [81], дидактичні розробки для контрольних чи самостійних робіт [162], посібники, що містять розв'язки задач та методичні вказівки щодо способів їх розв'язання [298]. Така кількість розробок не може не тішити, тим паче, що більшість з них, виконані на належному методичному рівні. Безумовно, задачі є ефективним засобом для засвоєння матеріалу на практичному рівні, перевірки глибини засвоєння матеріалу, поєднання теорії та практики. Однак вміння розв’язувати задачі може бути сформоване лише за наявності міцного теоретичного фундаменту. Тому цілком природним є питання: яка ж ситуація склалася на сьогодні з навчальною літературою, що містить виклад теоретичного матеріалу?

Насамперед привертає увагу велика кількість навчальних посібників, які по суті є збірками законів та формул шкільного курсу фізики [101, 120, 190, 220, 247, 345]. Чимало авторів роблять спроби формалізовано подати навчальний матеріал за допомогою таблиць та схем [80, 191, 203, 256]. Останнім часом з’явилися досить вдалі [151, 247] посібники, у яких стисло і лаконічно, в дещо полегшеному варіанті викладено основний програмовий матеріал шкільного курсу. Ці посібники досить компактні – їх обсяг не перевищує 10 друкованих аркушів, за умови, що сюди входять програми, зразки екзаменаційних білетів, таблиці, довідкова література, приклади розв’язку задач. Безумовно, при такому обсязі неможливо приділити достатню увагу тлумаченню фізичного змісту законів та явищ.

Чи є потреба у такій навчальній літературі (посібниках, підручниках, довідниках)? Відповідь очевидна. Адже інтелектуальний розвиток особистості відбувається лише в процесі активної діяльності, спрямованої на здобування певної системи знань. Конспективність, схематичність викладу теоретичного матеріалу неминуче призводить до втрати наукової глибини. Якщо матеріал викладено в полегшеному варіанті і учням пропонується сукупність відомостей у вигляді основних законів та формул, то робота з книгою не сприятиме розвитку творчих здібностей, пробудженню наукового мислення, вона не стимулюватиме конструктивну творчу активність.

Наукова система навчального посібника передбачає дотримання обов'язкових вимог: коректність викладу теоретичного матеріалу, доцільність вибору системи викладу, відповідність трактування понять, термінів, символів до традицій, прийнятих у науковій літературі. Дидактичні вимоги потребують доступності, наочності, систематичності, наявності засобів мотивації, розвитку мислення, пізнавальної активності, спрямованості на формування та розвиток інтелектуальних здібностей. Дотримання усіх вимог забезпечує виконання основних функцій навчального посібника, а саме:

• інформаційно-пізнавальної, завдяки якій посібник стає основою процесу навчання;

• науково-дослідної, яка сприяє не простому запам'ятовуванню навчального матеріалу, а виявленню взаємодії (взаємозв'язків) з реальною дійсністю, іншими розділами науки, формулюванню проблем та їх дослідженню;

• методичної, яка розв'язує завдання керування процесом навчання, насамперед, через логіку подання навчального матеріалу, його структуру і рубрикацію, характер і форму завдань.

На думку авторів [381], до зазначених функцій має бути віднесена також ергономічна, яка покликана прискорити безпомилкове точне і повне сприймання навчального матеріалу.

Керуючись такими принципами, ми створили комплекс навчальних посібників ”Фізика. Довідник для учнів та абітурієнтів”, у яких дається систематичний виклад основного змісту шкільного курсу фізики для IX, X та XI класів. Книги містять відомості, передбачені відповідними розділами чинної програми вступних випробувань до вищих навчальних закладів України і можуть бути рекомендовані учням старших класів та випускникам для самостійних занять з повторення вивченого раніше матеріалу та при підготовці до екзамену з фізики. Ці посібники дають можливість абітурієнтам, а потім першокурсникам значною мірою ліквідувати прогалини у базовому курсі за середню школу і є основним навчальним посібником для "вирівнювального" курсу фізики. У них подано навчальний матеріал з розділів: механіка, молекулярна фізика й термодинаміка, електродинаміка,

коливання та хвилі, оптика, елементи теорії відносності та квантова фізика. Майже всі розділи викладено дещо ширше, ніж у шкільному підручнику. Автори надали читачам не тільки “довідковий матеріал” із фізики, а також і деякий “матеріал для роздумів” про будову навколишнього світу. Такий підхід, безсумнівно, буде корисним для учнів профільних класів загальноосвітніх шкіл, ліцеїв, учителів та викладачів. Відображаючи фізичну науку в її розвитку з неодмінними протиріччями та проблемами, автори намагалися акцентувати увагу на таких важливих моментах, як принцип відповідності, межі застосовності законів та понять тощо. Такий підхід звільняє пам'ять від надмірних перевантажень, надає ключові знання і дає можливість учням самостійно розбиратися в окремих фізичних явищах.

У розділі „Оптика” доведення законів заломлення та поглинання світла здійснюється у двох альтернативних варіантах: на основі принципу Гюйгенса та на основі принципу Ферма.

Традиційно в шкільному курсі рівність кутів падіння та відбивання доводять, виходячи з хвильових уявлень про світло і спираючись на *принцип Гюйгенса.* Згідно з принципом Гюйгенса кожна точка середовища, якої досягає фронт хвилі, є джерелом вторинних напівсферичних хвиль. Наприклад, точки $O_1 \ldots O_5$ (рис. 2.32), що належать до фронту *AB,* проведеного для моменту часу *t,* є джерелами вторинних хвиль. Кожне таке джерело починає випромінювати напівсферичні хвилі, фронт яких на рис. 3.28 зображено півколами. Щоб визначити фронт хвилі в наступний момент часу $t+\Delta t$ необхідно побудувати обвідну по фронтах (напівсферах) вторинних хвиль. На рис. 3.28 таку обвідну позначено *A'B'.*

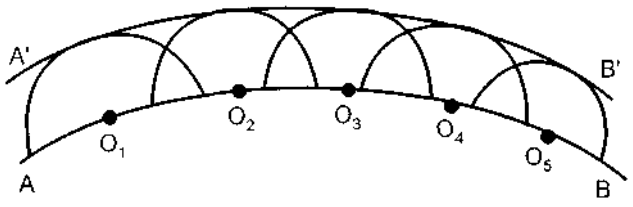


Рис. 3.28. Фронт вторинних хвиль

Розглянемо плоску хвилю, фронтом якої є площина (рис. 3.29). Нехай така хвиля падає на плоску відбиваючу поверхню. Позначимо *A′ A, B′B* промені падаючої хвилі, *AA", BB"* – промені відбитої хвилі, кут падіння *α*, кут відбивання *β* .

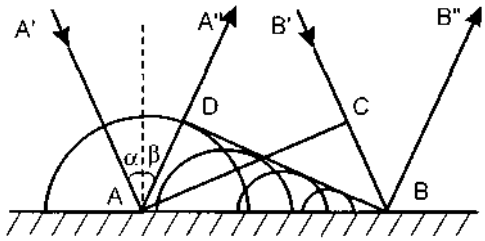


Рис. 3.29. Закон відбивання світла

Фронт плоскої хвилі перпендикулярний до напрямку її поширення. Проведемо фронт *AC* падаючої хвилі для моменту часу, коли хвиля досягла точки *A.* Починаючи з цього моменту часу, точка *A* стає джерелом вторинної хвилі. Коли падаюча хвиля досягає точки *B,* то уже всі точки ділянки *AB,* як це показано на рис. 3.29, стають джерелами вторинних хвиль. Джерела вторинних хвиль починають випромінювати в різні моменти часу: чим ближче до точки *A,* тим раніше розпочало випромінювати джерело.

Позначимо |*AD*| радіус фронту вторинної хвилі з джерелом у точці *A.* визначений в момент часу, коли падаюча хвиля дійшла до точки *B.* Оскільки час проходження падаючою хвилею відрізка |*CB*| дорівнює часу поширення вторинної хвилі з джерелом в точці *A,* то довжина відрізка |*CB*| дорівнює довжині відрізка |*AD*|. Обвідна *DB* вторинних хвиль є фронтом відбитої хвилі, яка, як і падаюча, також буде плоскою. Тому відрізки *AD* і *DB* взаємно перпендикулярні. Отже, трикутники *ADB* і *ABC* будуть рівними: бо у них однакові дві сторони і вони прямокутні. З рівності трикутників випливає, що $\angle CAB$ рівний $\angle ODA.$ Крім того: сторони кута *α* перпендикулярні сторонам $\angle CAB$ і кут α дорівнює $\angle CAB,$ а β за цією ж ознакою дорівнює $\angle ODA.$ З цих співвідношень дістаємо, що кут відбивання β дорівнює куту падіння α, α = β.

У випадку, коли відбиваюча поверхня неплоска, кут падіння *α* і кут відбивання *β* визначаються відносно перпендикуляра, проведеного до дотичної

площини C_1C_2 (рис. 3.30), що проходить через точку падіння O променя на поверхню. Для цих кутів згідно з законом відбивання також виконується рівність $\alpha = \beta$.

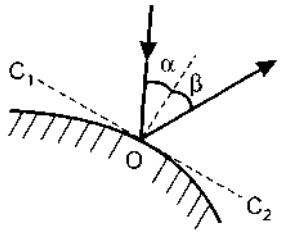


Рис. 3.30. Відбивання променя від неплоскої поверхні

В геометричній оптиці рівність кутів падіння та відбивання можна довести, застосовуючи принцип Ферма. Відповідно до цього принципу поширення світла з однієї точки до іншої буде здійснюватися таким чином, щоб час поширення світла між цими точками був найменшим.

Розглянемо випадок відбивання світла від плоскої поверхні. Нехай світловий промінь, що проходить через точку *A,* після відбивання в точці *O* на поверхні далі йде через точку *B* (рис. 3.31.). Побудуємо точку *B',* яка симетрична відносно площини відбивання точки *B.* Відстань $|AB'|$ дорівнює сумі відстаней $|AO|$ та $|OB'|$ і є найменшою відстанню між точкою *A* та точкою *B',* бо коли $\alpha = \beta$, точки *A, O* та *B'* лежать на одній прямій.

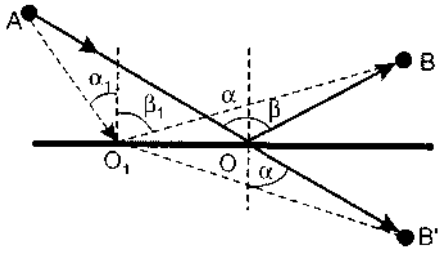


Рис. 3.31. Доведення закону відбивання світла на основі принципу Ферма

Якби відбивання відбувалося в будь-якій іншій точці, наприклад в точці O_1 на рис. 3.31, для якої $\alpha \neq \beta$, то час поширення світла від точки *A* до точки *B* був би більшим ніж тоді, коли відбивання відбувається в точці *O.* Справді, відстань, яку мало б пройти світло при відбиванні в точці O_1, дорівнює сумі довжин відрізків

$|AO_1|+ |O_1B'|$ і більша за відстань, яку проходить світло при відбиванні в точці *O:* сума двох сторін трикутника завжди більша третьої сторони $|AO_1| + |O_1B'| > |AB'|$.

Виходячи з принципу Ферма, можна довести також і закони заломлення світла. Ми пропонуємо як альтернативний і такий варіант розгляду питання. З цією метою розглянемо промінь світла, який до заломлення проходить через точку A_1, а після проходження межі заломлення йде через точку A_2 (рис. 3.32.). Межа поділу обох середовищ плоска. Розрахуємо час поширення світла від точки A_1 до точки A_2. Нехай точка C є можливою точкою заломлення світлового променя. В загальному випадку слід припустити, що точка C є довільною на межі. Проте для спрощення міркувань будемо вважати, що точки A_1, A_2, і C лежать в одній площині, яка перпендикулярна до межі середовищ, тобто виконуються умови першого закону заломлення.

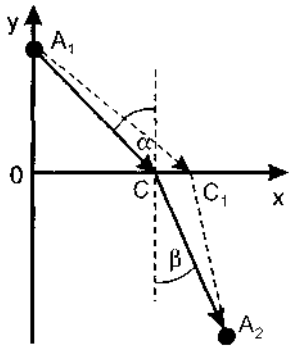


Рис. 3.32. Доведення закону заломлення світла на основі принципу Ферма

Введемо систему відліку так, щоб вісь Ox співпадала з лінією перетину площини, в якій лежать точки A_1, A_2, і C, і межею середовищ. Вісь Oy проведемо через точку A_1. В такій системі точки A_1, A_2, C матимуть координати: $A_1 = (0, y_1)$, $A_2 = (x_2, y_2)$, $C = (x, 0)$. Час поширення світла t від точки A_1до точки A_2 при заломленні в точці C дорівнює $t = t_1 + t_2$, де t_1 – час проходження падаючим променем відстані A_1C; t_2 – час проходження заломленим променем відстані CA_2. Цю суму можна подати у вигляді

$$t = \frac{|A_1C|}{v_1} + \frac{|CA_2|}{v_2} = \frac{\sqrt{y_1^2 + x^2}}{v_1} + \frac{\sqrt{y_2^2 + (x_2 - x)^2}}{v_2}.$$

Положення точки C довільне на осі Ox, тому час t є функцією від x. Знайдемо похідну від часу t по x

$$t' = \frac{x}{v_1\sqrt{y_1^2 + x^2}} - \frac{x_2 - x}{v_2\sqrt{y_2^2 + (x_2 - x)^2}}.$$

Час поширення світла буде мінімальним, коли похідна дорівнює нулю. Вважаючи, що $t' = 0$, дістанемо рівняння

$$\frac{x}{v_1\sqrt{y_1^2 + x^2}} - \frac{x_2 - x}{v_2\sqrt{y_2^2 + (x_2 - x)^2}} = 0.$$

Враховуючи, що $\sin\alpha = \frac{x}{\sqrt{y_1^2 + x^2}}$, а $\sin\beta = \frac{x_2 - x}{v_2\sqrt{y_2^2 + (x_2 - x)^2}}$, наведену вище рівність запишемо у вигляді

$$\frac{\sin\alpha}{v_1} = \frac{\sin\beta}{v_2}.$$

Таким чином, заломлення променя в точці C буде відповідати найменшому часу поширення світла від точки A_1 до точки A_2, якщо виконується закон заломлення світла $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2}$.

Бажаючи обмежити обсяг книги, автори були змушені не включати історичні огляди, опис приладів, методів вимірювань, однак уникали характерної для багатьох видань конспективності. Враховуючи пріоритетність навчального матеріалу для створення стрункої системи основних фізичних уявлень, розуміння фізичної суті явищ, а також його подальшу важливість для успішного вивчення медичної та біологічної фізики, деякі питання освітлені повніше та детальніше, ніж в базовому курсі фізики за середню школу, що, на нашу думку, є виправданим оскільки сприяє та засвоєнню законів та фізичних уявлень. Простежується намагання відділити головне, виокремити ядро, яке містило б необхідний для опанування навчальної дисципліни мінімум. Важливо також не загубити за складними математичними викладками фізичну суть, – за висловом А.Ейнштейна, у фізиці є лише декілька принципових ідей і вони можуть бути сформульовані словами [385, с.246] .

Обсяг відомостей з фізики, передбачений програмою вступних випробувань до вищих навчальних закладів України, досить великий. Однак, в окремих темах, важливих для розуміння подальшого матеріалу, автори виходять за рамки чинної програми. При відборі такого матеріалу ми спиралися на власний педагогічний

досвід та порівняльний аналіз навчальних програм університетського та шкільного курсу фізики. У ряді випадків ідеї належали учням ліцею. Красномовним прикладом такого співробітництва, на наш погляд, є діалог, який відбувся у автора з учнем медичного ліцею:

– Скажіть, будь ласка, чи можна для обчислення показника заломлення світла у середовищі використовувати формулу $n = c/v = \sqrt{\varepsilon\mu}$?

–Так, цю формулу можна застосовувати для обчислення показника заломлення електромагнітних хвиль будь-якого діапазону.

–Чи правда, що для більшості речовин відносна магнітна проникність має значення близькі до одиниці?

–Це справедливо для пара- та діамагнетиків.

–Вода відноситься до цих речовин ?

–Так, вода має діамагнітні властивості.

Отже, використавши табличне значення відносної діелектричної властивості води $\varepsilon \approx 80$, знайдемо показник заломлення $n = \sqrt{\varepsilon\mu} \approx 9$. Але ж усім відомо, що показник заломлення світла у воді $n \approx 4/3$! Як пояснити таку розбіжність? Я довго думав, проглянув велику кількість книг, але відповіді так і не зміг знайти.

Справді, важко відшукати навчальний посібник, з якого учень (школяр, ліцеїст) міг би довідатися про дисперсію діелектричної проникності. Саме з таких причин, а не з бажання суттєво розширити чи видозмінити традиційний виклад програмового матеріалу, ми аналізуємо дисперсію діелектричної проникності, використовуємо імовірнісний підхід до обґрунтування принципу незворотності теплових процесів, розглядаємо ефект Доплера тощо. Вихід за рамки чинної програми автори намагалися здійснювати з належною обережністю, щоб не перевантажувати виклад новим, невідомим із середньої школи матеріалом.

У деяких випадках автори подають власні оригінальні підходи до розгляду традиційних питань шкільного курсу. Так, пропонується авторський варіант визначення швидкості звуку .

З цією метою розглядається поширення повздовжньої звукової хвилі уздовж однорідного ізотропного стрижня. При поширенні хвилі уздовж стрижня в ньому будуть створюватися періодично розташовані області стиску і розрідження. Швидкість поширення хвилі дорівнює швидкості поширення уздовж стрижня таких стиснених чи розріджених областей. Виділимо маленьку ділянку стрижня завдовжки x (рис. 3.33).

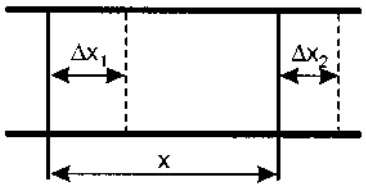


Рис. 3.33. Деформація ділянки стержня при проходженні звукової хвилі

Будемо вважати, що довжина ділянки значно менша довжини хвилі: $x<<\lambda$. При проходженні збурення стиску через ділянку її довжина зміниться на $\Delta x = \Delta x_1 - \Delta x_2$, де Δx_1 та Δx_2 – зміщення поверхонь, що обмежують ділянку; її на рис. 2.37 позначено пунктиром. Вважатимемо, що $\Delta x_1 > \Delta x_2$. Імпульс $m\Delta v$, набутий ділянкою при її збуренні, дорівнює імпульсу пружної сили $m\Delta v = Ft$, де Δv – швидкість, набута ділянкою внаслідок її збурення: $\Delta v = \frac{\Delta x}{t}$, а t – час проходження збурення через ділянку. Масу подамо як $m=\rho xS$, де ρ – густина матеріалу; x –лінійний розмір; S – площа поперечного перерізу стержня. Отримаємо

$$\rho xs\frac{\Delta x}{t} = Ft .$$

З іншого боку силу F можна знайти, користуючись законом Гука $\frac{F}{S} = E\frac{\Delta x}{x}$, згідно з яким зміна повздовжнього розміру Δx ділянки стержня супроводжується утворенням пружної сили. В цій формулі E – модуль Юнга матеріалу стрижня.

Виразивши силу з двох останніх рівностей, дістанемо $\rho xs\frac{\Delta x}{t} = E\frac{S}{x}\Delta xt$. Виконавши скорочення і врахувавши, що швидкість поширення збурення $v = \frac{x}{t}$ дорівнює швидкості хвилі, дістанемо швидкість поширення повздовжньої звукової хвилі в однорідному стрижні:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}.$$

Чим пружніше тіло (більший модуль Юнга), тим більша швидкість звукової хвилі в стрижні.

Окрім цього, аналізується процес поширення механічних хвиль у повітрі. Швидкість поширення звуку в повітрі залежить від температури і пропорційна $\sqrt{T}$, де T – температура повітря. Звукова хвиля в повітрі є повздовжньою, її можна розглядати як процес поширення згущень та розріджень повітря, які в звуковій хвилі відбуваються адіабатично. Оскільки адіабатичний процес є оборотним, то таке утворення згущень та розріджень не супроводжується втратами енергії хвилі: середня температура повітря не змінюється. Втрати енергії звукової хвилі при її поширенні в повітрі відбуваються внаслідок внутрішнього тертя (в'язкості).

Посібник містить, здебільшого у якості прикладів, інформацію з біологічної фізики (наприклад, про рідкокристалічний стан біологічних мембран, застосування ультразвуку в діагностичних цілях, електричні властивості біологічних тканин тощо), яка на думку авторів сприятиме підвищенню інтересу до фізики у старшокласників, орієнтованих на майбутню діяльність у сфері генетики, біофізики, медицини. Як приклад, розглянемо використання явища повного внутрішнього відбивання при передачі світла по світловодах. Світловоди складаються з пучка прозорих гнучких волокон, вкритих плівкою із оптично менш густої речовини. На рис. 3.34 схематично показано хід світлового променя при його поширенні у такому волокні. Хід променя здійснюється по ламаній лінії, яка позначена стрілкою. Внаслідок явища повного внутрішнього відбивання промінь не виходить за межі волокна.

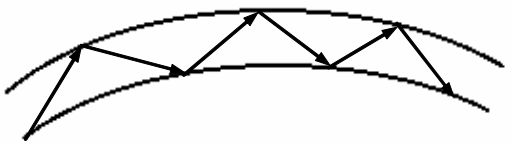


Рис. 3.34. Хід світлового променя при його поширенні у оптичному волокні

Світловоди можна згинати і вони набуватимуть довільної форми, при цьому світло поширюватиметься лише уздовж світловода. Світловоди набули широкого застосування в оптоелектроніці, оскільки вони здатні забезпечити високу швидкість передачі сигналу. Їх успішно використовують у медицині для огляду внутрішніх порожнин (шлунок, стравохід тощо). Медичні світловоди мають діаметр 7-10 мм і складаються з десятків тисяч оптичних волокон.

Книжка може бути навчальним посібником для учнів середніх шкіл, може бути використана вчителями середніх шкіл, але вона призначена головним чином для абітурієнтів.

Маючи на меті надати допомогу абітурієнтам, послідовність викладу окремих тем та їх групування нами здійснювались у переважній більшості відповідно до чинної програми вступних випробувань до вищих навчальних закладів України. Матеріал, виділений в окремий параграф, відповідає, як правило, одному пункту програми. Книга задумана як посібник, який має на меті допомогти абітурієнту в короткі строки відновити в пам'яті знання з фізики, набуті раніше у школі. Краще розібратися в основних вузлових питаннях курсу і тим самим краще його засвоїти. Особлива увага приділена формуванню фізичних понять, адже це – перший крок до пізнання природи, а самі поняття є базою, на якій будується наукове пізнання і через них розкривається суть теорії.

Основними складовими стратегії вивчення дисципліни, які мають пряме відношення до змісту та структури підручника, є систематизація навчального матеріалу і такий спосіб його подання, який сприяє засвоєнню теми. Тому під час роботи з книгою рекомендується дотримуватися запропонованої послідовності викладу матеріалу, слідуючи схемі побудови посібника.

Розділ “Молекулярна фізика” поданий у традиційній послідовності викладу безпосередньо за механікою. Цілком природно, що тут використані ідеї класичної механіки. Однак при цьому залишаються нерозкритими багато важливих сторін молекулярних явищ, для опису й пояснення яких класичної механіки недостатньо. Молекулярна фізика є тим розділом, у якому учні вперше зустрічаються з головною проблемою фізики – проблемою будови матерії. Висвітлено питання про

молекулярні явища в різних агрегатних станах (розріджених газах, рідинах, твердих тілах). Найбільшим за обсягом є розділ електродинаміка, у який входить електростатика, постійний електричний струм, магнітне поле. Детально розглядаються явища електричного струму в різних середовищах, електричні та магнітні властивості речовин. Електромагнітні коливання разом з механічними виділенні у окремий розділ.

Опора на науково обґрунтовані критерії добору навчального матеріалу при створенні навчальних посібників забезпечує відповідне до тенденцій розвитку сучасної фізики оновлення змісту та водночас запобігає перевантаженню їх другорядною інформацією. Використання різних підходів при розгляді одного і того ж матеріалу підвищує творчу активність, а, отже, сприяє реалізації особистісно зорієнтованої технології навчання фізики і перетворює навчальний посібник з книги для повторення та закріплення знань на важливий засіб навчання та розвитку учнів.

Висновки до розділу 3

1. Відповідно до основних положень концепції дослідження розроблена та впроваджена методична система навчання медичної та біологічної фізики та вищої математики майбутніх лікарів та фармацевтів з використанням інноваційних технологій навчання, сучасного освітньо-інформаційного середовища, особистісно орієнтованої освіти. Особливістю дидактичної системи є те, що у всіх її компонентах (цілях, змісті, формах, методах і засобах) реалізований принцип інтеграції фундаментальної та професійно спрямованої підготовки

2. Створений навчально-методичний комплекс для здійснення інтегрованої (фундаментальної та фахово спрямованої) підготовки майбутніх лікарів при вивченні фізико-математичних дисциплін, який базується на особистісно орієнтованих підходах, широкому використанні інформаційно-комунікаційних технологій та модульній системі навчання і містить лекційні, практичні та лабораторні заняття професійного спрямування;

3. Досліджено трансформації ролі, форми та змісту лекційної форми занять у сучасних умовах. Вдосконалено систему лекційних занять шляхом більш широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій та інноваційних технологій (дискусійні лекції, лекції після попереднього ознайомлення з навчальним матеріалом, лекції із створенням опорного конспекту, лекції з електронним конспектом). На основі досвіду використання інноваційних технологій при проведенні лекцій систематизовані специфічні вимоги та розроблені рекомендації, які сприяють інтеграції фундаментальної та фахової спрямованості, формуванню пріоритетних професійних і навчально-пізнавальних мотивів при вивченні фізико-математичних дисциплін, успішному набуттю важливих у майбутній професії компетенцій .

Розроблено електронні конспекти лекцій з курсу "Медична та біологічна фізика".

4. Вперше проведена типологія лабораторних робіт, що входять до практикуму з медичної та біологічної фізики за змістом та за домінуючою дидактичною ціллю. Виокремлено такі типи робіт: роботи, націлені на оволодіння технікою та методами вимірювання фізичних величин, констант, характеристик біологічних об’єктів ("Методи точного зважування", "Визначення коефіцієнта поверхневого натягу", "Визначення коефіцієнта в’язкості" тощо.); роботи, пов’язані з вивченням будови, принципу дії медичної апаратури, а також фізичних методів дослідження біологічних об'єктів ("Визначення гостроти слуху аудіометричним методом", "Вивчення роботи кардіографа", "Фізичні основи реографії", "Фізіотерапевтична апаратура" та ін.); роботи, пов’язані з перевіркою фізичних законів та закономірностей ("Дослідження пружних властивостей кісткової тканини", "Дослідження дисперсії імпедансу біологічних тканин", "Визначення концентраційного потенціалу", "Дослідження температурної залежності коефіцієнта поверхневого натягу"), роботи з комп’ютерного моделювання ("Дослідження фармакокінетичних процесів").

5. Вдосконалено лабораторний практикум шляхом більш широкого використання інформаційно-комп'ютерних технологій у поєднанні з теоретичними та практичними розробками. Модернізації лабораторного практикуму через ІКТ

здійснювалася двома шляхами: через використання систем комп'ютерної математики ("Математична обробка результатів медико-біологічних досліджень", "Вивчення нормального закону розподілу") і через впровадження комп'ютерного моделювання ("Дослідження фармакокінетичних процесів") .

5. Розглядаючи самостійну роботу студентів як один з найважливіших для особистісно орієнтованого навчання вид діяльності, який дає змогу студентові реалізувати можливості організатора власної траєкторії навчання, виробити базові професійні вміння розроблена методика організації самостійної роботи з використанням проектної технології. Обґрунтована доцільність та розроблена методологія ефективного використання в самостійній роботі студентів медичного університету творчих дослідницьких робіт таких типів:

- дослідження фізичних властивостей біологічних об’єктів (під керівництвом автора виконувалися кристалооптичні дослідження, дослідження люмінесценції біологічних рідин при різних захворюваннях, дослідження електричних властивостей біологічних тканин тощо);
- комп’ютерне моделювання (під керівництвом автора здійснювалося моделювання фармакокінетичних процесів, явищ переносу через біологічну мембрану тощо);
- дослідження історичного аспекту важливих з фахової точки зору фізичних відкриттів.

6. Розроблена модель навчання вищої математики у медичному університеті, яка базується на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки і побудована на засадах компетентнісного підходу. Широке використання задач професійного спрямування та комп’ютерних технологій навчання сприяє ефективнішому опануванню системою математичних знань, навичок та умінь, потрібних у трудовій діяльності; дає можливість отримати знання достатні для вивчення природничо-наукових та фахових дисциплін (біофізики, біохімії, нормальної та патологічної фізіології, рентгенології, епідеміології, технології виготовлення лікарських препаратів тощо); сприяє розумовому розвитку особистості, розвитку логічного мислення та інтуїції, алгоритмічної та інформаційної культури; формуванню

наукового світогляду, навичок математичного моделювання при дослідженні різноманітних процесів.

7. Вдосконалена методична система навчання стохастики у медичному університеті завдяки орієнтації на професійну спрямованість, наближенню до майбутньої фахової діяльності. Розроблена система прикладних задач, яка базується на інтеграції фундаментальної і фахової підготовки і сприяє усвідомленому та глибокому засвоєнню матеріалу.

8. Показана ефективність інтеграції фундаментальної і фахової підготовки майбутніх лікарів через посилення принципу наступності шкільного і університетського курсу фізики. Розроблені рекомендації стосовно більш широкого використання елементів медичної та біологічної фізики при вивченні базового курсу фізики у середній школі, що сприятиме підвищенню інтересу до фізики, динамізує процес її вивчення у середній школі, сприятиме гуманізації середньої фізичної освіти.

9. Встановлено, що систематичне застосування інноваційних технологій при вивченні фізико-математичних дисциплін у медичних університетах активізує самостійну роботу студентів; підвищує їх працездатність під час навчальних занять; сприяє приросту фахової компетентності студента; сприяє формуванню позитивних моральних якостей.

РОЗДІЛ 4

КОНТРОЛЬНО-ОЦІНЮВАЛЬНИЙ КОМПОНЕНТ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ДИСЦИПЛІН У МЕДИЧНИХ УНІВЕРСИТЕТАХ

4.1. Оцінювання успішності студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу

Ідея і принципи модульної технології навчання потребують розроблення адекватної системи контролю й оцінювання навчальних досягнень студентів. У даному розділі аналізується досвід впровадження та адаптації теоретичних надбань у практику оцінювання успішності студентів медичних університетів при вивченні дисциплін фізико-математичного циклу: вищої математики, теорії ймовірностей, математичної статистики, фізики, медичної та біологічної фізики, фізичних методів аналізу в умовах кредитно-модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП).

Тенденції, що спостерігаються у системі сучасної освіти, надають усе більшого значення кожному з двох чинників-антагоністів, взаємодія яких формує освітній процес: розвиток індивідуальних здібностей, створення умов для самоактуалізації, самореалізації, з одного боку; прагнення до стандартизації та уніфікації – з іншого. Справді, ключовою концепцією сучасної освітньої парадигми є особистісно орієнтована освіта, яку наразі розглядають як важливий педагогічний принцип, що відповідає суспільним потребам. Іншим важливим кроком у реформі освіти є розроблення стандартів. Стандарти вищої освіти в Україні формуються за трьома рівнями: державний стандарт, галузевий стандарт, стандарт вищих навчальних закладів. Стандарти вищої освіти вищих навчальних закладів визначають варіативні частини програм підготовки фахівців, навчальні плани та форми підсумкового контролю.

Актуальною проблемою в контексті нашого дослідження є стандартизація вимог на рівні навчальної дисципліни. Як зазначалося в п.2.3 модульна технологія

вивчення навчальної дисципліни передбачає наявність трьох основних компонентів – змістового, організаційного та контрольно-оцінювального. Стандартизація змістового та організаційного компонентів відбувається відповідно до навчальних програм, які є практично однаковими у всіх ВНЗ даного профілю. Найскладнішою є стандартизація контрольно-оцінювального компонента. Система оцінювання має стандартизувати вимоги до обсягу та якості знань, які забезпечують отримання диплому та досягнення певного стандарту, відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики спеціальності.

Сьогодні багато говориться про „методику розробки та застосування стандартизованого контролю теоретичної та практичної підготовки студента", „стандартизовані тести на перевірку успішності", „стандартизоване оцінювання якості знань" тощо. Спробуємо з'ясувати суть цих термінів, зробивши наголос на слові „стандартизований".

Стандартизований підхід до оцінювання успішності має використовувати стандартну методику, яка дозволяла б порівняти результат окремо взятого студента з результатами інших студентів та з показниками, що прийняті за норму в даній галузі. Іншими словами, первинні показники оцінювання повинні бути конвертовані у похідні, на основі яких і здійснюється інтерпретація.

Розширення міжнародної співпраці, стажування науковців, навчальна мобільність студентів і викладачів, глобалізація наукових досліджень зумовили пошуки та створення спершу системи оцінювання наукових досягнень і продуктивності наукових досліджень (індекс цитування, підрахунок кількості праць у рейтингових виданнях тощо), а потім і пошуки шляхів об'єктивного оцінювання та порівняння навчальних досягнень, знань, навичок та умінь студентів, порівняння дипломів і ступенів.

Очікування студентів при впровадженні інновацій також спрямовані насамперед на підвищення об'єктивності оцінювання. Таку думку висловили 79 % респондентів, даючи відповідь на запитання: "Що особисто Ви очікуєте від впровадження КМСОНП?" (в опитуванні, яке проводилося навчально-методичним відділом НМУ брав участь 981 студент-першокурсник НМУ)

При визначенні стратегії оцінювання успішності увага акцентувалась на дослідженні трьох взаємопов’язаних проблем:

- вибір методу оцінювання;
- вибір оптимальної шкали оцінювання;
- визначення змістового компонента, який підлягає оцінюванню.

Вибір методу (чи сукупності методів), шкали, змістового компонента залежить насамперед від цільового призначення оцінювання та характеру висновків, які роблять на його основі.

У процесі вивчення фізико-математичних дисциплін студентами-медиками оцінювання використовувалося для встановлення первинного рівня знань, умінь та навичок (кваліфікаційне оцінювання), відстежування прогресу у навчанні (формаційне та діагностичне оцінювання), а також для визначення рівня набутих знань, навичок та вмінь (підсумковий контроль).

Перевірку ефективності навчання фізико-математичних дисциплін здійснювали за такими трьома напрямками: змістовим, що перевіряє засвоєння знань: фундаментальних понять, принципів, законів; контекстуальним – передбачає перевірку здатності застосовувати отримані знання у майбутній професійній діяльності та у реальних життєвих ситуаціях; Процесуальним – засвідчує сформованість інтелектуальних умінь та навичок.

Простежимо як формується оцінка з дисципліни в умовах КМСОНП (рис. 4.1). Цей процес є багатоступеневим і базується на первинних показниках, які потім трансформуються у кумулятивний показник, а тоді вже у бал за шкалою ECTS. Шкала ECTS є відкритою – вона передбачає, що деякі параметри (методи оцінювання, шкала оцінювання первинних показників, кількість балів рейтингової шкали, спосіб визначення кумулятивного показника тощо) залежно від специфіки галузі, навчальної дисципліни, національних традицій в системі освіти тощо, можуть бути закладені користувачем.

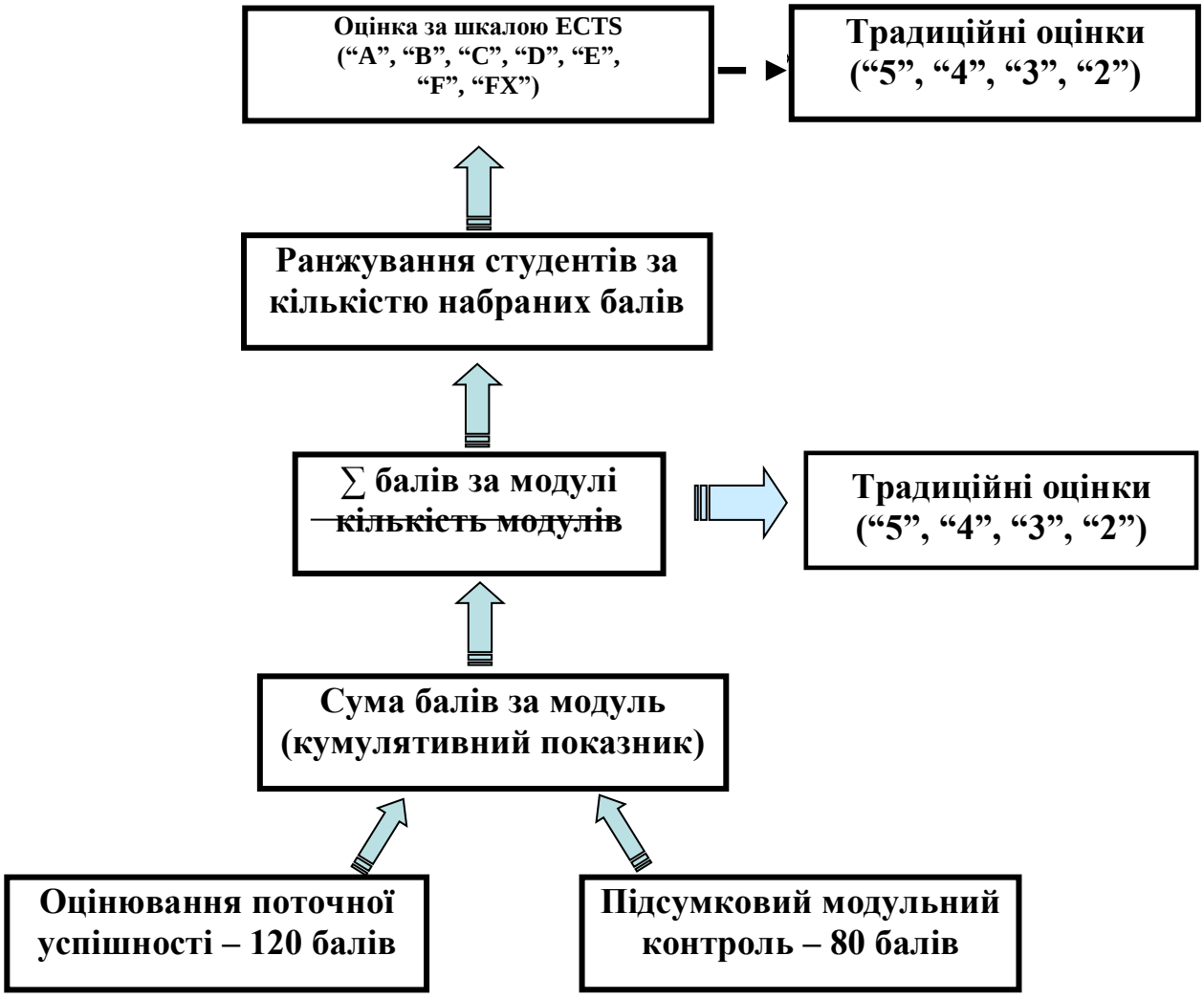


Рис. 4.1 Формування оцінки при КМСОНП у системі медичної освіти

Згідно з Тимчасовою інструкцією з оцінювання навчальної діяльності студентів при впровадженні кредитно-модульної системи організації навчального процесу, яка відповідає п. 7 наказу МОН України від 23.01. 2004 р. №48 "Про проведення педагогічного експерименту з запровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу", в системі медичної освіти вибрані такі вихідні положення:

- максимальна кількість балів, яку може набрати студент при вивченні кожного модуля становить 200, в тому числі за поточну навчальну діяльність – 120 балів, за результатами підсумкового модульного контролю – 80 балів;

- кумулятивний показник дорівнює сумі балів, отриманих при оцінюванні поточної успішності та підсумкового модульного контролю (ПМК) і визначається як середнє арифметичне кількості балів з усіх модулів дисципліни;

- ранжування з присвоєнням оцінок“A”, “B”, “C”, “D”, “E” проводиться за середнім балом з дисципліни для студентів даного курсу, які навчаються за однією спеціальністю, і успішно завершили вивчення дисципліни;

- оцінка “FX” виставляється студентам, які набрали мінімальну кількість балів за поточну навчальну діяльність, але яким не зарахований підсумковий модульний контроль (ПМК). Ця категорія студентів має право на перескладання (ПМК);

- оцінка “F” виставляється студентам, які не допущені до складання ПМК. Ця категорія студентів має право на повторне вивчення модуля;

- первинні показники (бали поточної успішності й ПМК) оцінюються за традиційною (чотирибальною) шкалою, з використанням прийнятих у ВНЗ та затверджених цикловою комісією критеріїв;

- оцінка за шкалою ECTS конвертується у традиційну відповідно до табл. 4.

Таблиця 4.1

Оцінка ECTS	**Статистичний показник**	**Традиційна оцінка**
A	Найкращі 10% студентів	**5**
B	Наступні 25% студентів	**4**
C	Наступні 30% студентів	**4**
D	Наступні 25% студентів	**3**
E	Останні 10% студентів	**3**

4.1.1. Вибір шкали оцінювання

Впроваджуючи рейтингову систему оцінювання успішності студентів, яка передбачає сумісне використання щонайменше двох різних шкал та конвертацію оцінок з однієї шкали в іншу, проаналізуємо підходи до формування шкал навчальних досягнень, які використовуються світовій практиці.

Одним із поширених похідних показників, який базується на нормативному підході, є процентиль. Його легко розрахувати та інтерпретувати навіть непідготовленій людині. Процентильні показники подають у відсотках студентів, що отримали нижчий результат, ніж даний студент. Процентилі нижчі 50-го

вказують на результати, нижчі за середні, а вищі 50-го – на результати вищі за середні; 25-й та 75-й процентилі називають також першим і третім квартилями. Недоліком є те, що процентилі вказують на відносне положення індивідуума у вибірці, але не на величину відмінностей між результатами тестування.

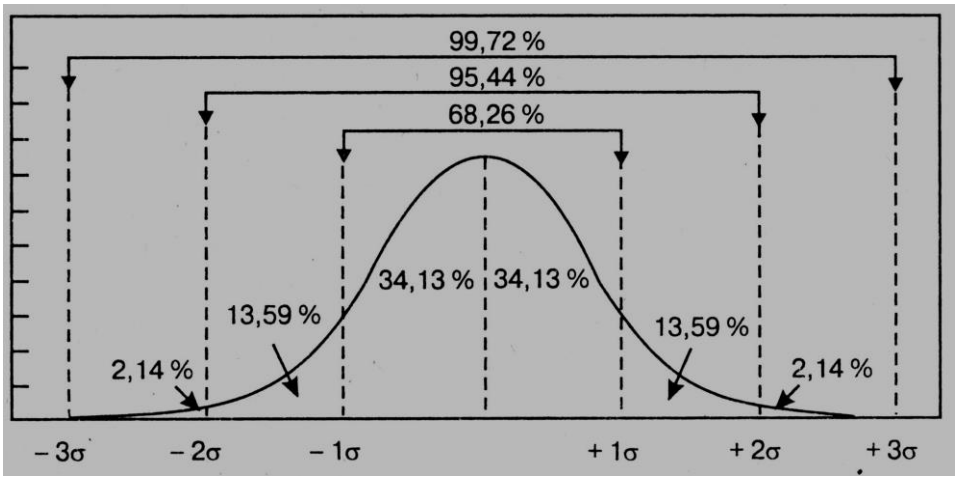


Рис. 4.2. Процентний розподіл значень нормально розподіленої випадкової величини

У сучасних методиках тестування, які базуються на нормативному підході, частіше використовують стандартний показник, який подають у одиницях середнього квадратичного відхилення σ (оскільки середнє квадратичне при вибірці обсягом $n \geq 30$ практично збігається зі стандартним відхиленням s, то в літературі часто використовують також термін „стандартне відхилення” та позначення *s* або *SD*). Цей підхід базується на цілком обґрунтованому (як теоретично, так і експериментально) припущенні, що первинні показники мають розподіл, близький до нормального, а в такому випадку математичне сподівання (середнє арифметичне всіх значень) припадає на середину розподілу, тобто математичне сподівання є одночасно модою і медіаною, 68 % результатів мають відхилення від середнього на величину, що дорівнює середньому квадратичному відхиленню, тобто попадають у інтервал $M(X) \pm \sigma$; відхилення від середнього показника на величину ±2σ мають 95 % тих, хто проходили оцінювання, а на величину ±3σ – 99,7% (тобто майже всі, хто проходили оцінювання). Для інтерпретації результатів оцінювання використовують кілька різних видів стандартних балів: *z*- бали, *t*- бали , *NCE*- бали (normal curve equivalent score), станайни (stanines) – бали стандартної дев’ятки, IQ – показник

Стенфорда Біне. На рис. 4.3. подана нормальна крива з відповідними балами шкали ECTS, процентилями, *z*- балами, *t*- балами , NCE- балами, балами стандартної дев'ятки.

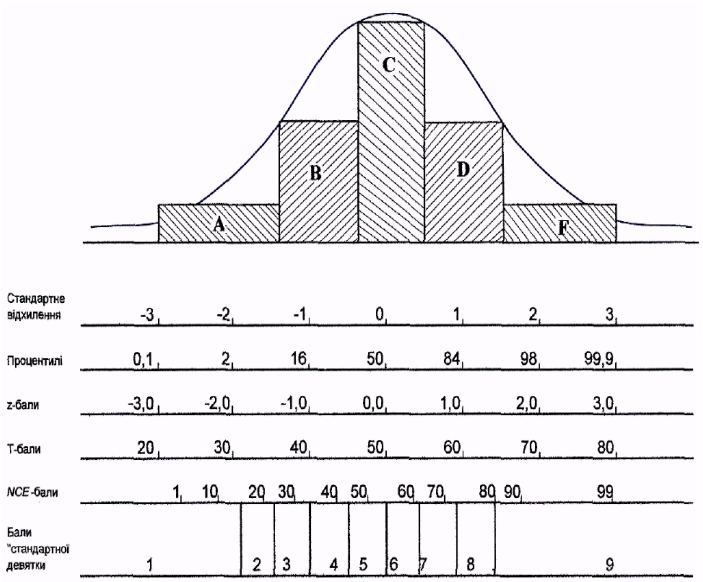


Рис. 4.3. Співвідношення між процентильною шкалою та балами найпоширеніших стандартизованих шкал

Розрахунок *z*- балів здійснюють за формулою :

$$z = \frac{X - M(X)}{\sigma},$$

де X – первинний бал, отриманий студентом, $M(X$ – середній показник у нормативній групі, σ – стандартне відхилення у нормативній групі. Отже, первинна оцінка, яка дорівнює середньому балу має нульовий *z*-бал; для первинних балів вищих середнього *z*-бал буде додатнім, нижче середнього – від'ємним. Оскільки індивідуальні первинні оцінки не відхиляються від середньої на 3σ, то *z*-бал потрібно обчислювати з точністю до десятих або й до сотих, щоб забезпечити достатню диференціацію. Від'ємні значення, а також наявність десяткових дробів не дуже зручні для подачі результатів і вважаються основними недоліками *z*-шкали.

Шкала *t*-балів позбавлена недоліків, притаманних *z*-шкалі. Ця шкала має середнє $M(X)=50$ та $\sigma = 10$. Із *z*-балів можна отримати *t*-бали за простою формулою:

$$t = 50 + 10\,z$$

Шкала NCE- балів має також середній показник $M(X) = 50$, але $\sigma = 21{,}06$.

Первинні показники оцінювання можуть бути конвертовані у похідні, які виражаються однозначними стандартними числами. Така шкала розроблена у ВПС США у роки Другої світової війни і називається шкалою стандартної дев'ятки. Кожен бал стандартної дев'ятки, окрім 9 та 1, містить діапазон первинних балів шириною 0,5σ, математичне сподівання *M(X)*приймають рівним 5. Станайни внаслідок їх практичної зручності є досить популярними і широко використовуються в освітніх системах різних країн.

Шкала ECTS є до певної міри інтегративною – вона поєднує простоту інтерпретації процентильної шкали і водночас побудована на гіпотезі про нормальний закон розподілу первинних показників. Найголовнішим достоїнством стандартизованих шкал є те, що відмінності у балах свідчать (повинні свідчити при коректному використанні цих шкал) про реальні відмінності у рівні знань.

Шкала ECTS є семибальною: „A", „B", „C", „D", „E", „FX", „F", причому п'ять перших оцінок відповідають успішному засвоєнню навчальної дисципліни, показники якого і мають нормальний закон розподілу. Бал шкали ECTS містить діапазон первинних балів завширшки приблизно 1,2*s* (рис. 4.4). Вживаємо „приблизно", тому що крайні діапазони (ті, що відповідають оцінкам „A" та „E") дещо ширші, а центральні – вужчі. Безсумнівною перевагою шкали ECTS порівняно з іншими стандартизованими є зручність у користуванні (для цього діапазони балів, що відповідають певній оцінці, подають здебільшого не у частках *s*, а у відсотках студентів, що потрапляють у даний діапазон). Оцінка ECTS містить інформацію не лише про рівень знань студента, а й про рівень навчального закладу, в якому вона отримана. Шкала передбачає, що деякі умови, називатимемо їх вихідними (початковими) умовами, залежно від специфіки навчальної дисципліни, традицій регіону тощо, можуть закладатись користувачем. До вихідних умов відносяться: методи оцінювання, шкала оцінювання для первинних показників, рейтингова шкала, спосіб розрахунку кумулятивного показника тощо. У відповідність середньому, яке припадає на середину розподілу, ставиться бал „C". Цей бал отримує 30% студентів. Студенти, що отримують стандартизовані бали „B", „C", „D", мають відмінності у первинних показниках приблизно на 0,8σ. Найвищий бал

„А” (відмінно) та найнижчий із позитивних „Е” (допустимо) отримує 10 % студентів; у частках середнього квадратичного це становить приблизно 1,8σ.

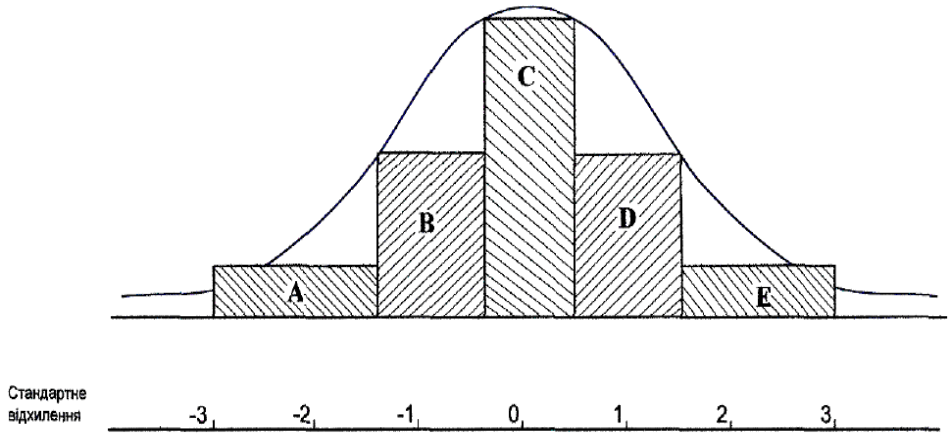


Рис. 4.4. Співвідношення між балами шкали ECTS та значенням, що кратні середньому квадратичному відхиленню

Шкала ECTS передбачає оцінювання за кумулятивним рейтинговим показником, який формується як сума первинних оцінок. Цілком логічним є питання вибору шкали первинного оцінювання, яка б органічно поєднувалася зі шкалою ECTS. Доречним у зазначеному аспекті є аналіз на сумісність найпоширеніших шкал первинного оцінювання успішності.

Традиційна (чотирибальна) шкала побудована на критеріальному підході. За традиційною шкалою оцінка „3” виставляється, якщо учень (студент) оволодів не менше, ніж 70 % навчального матеріалу. Такий вибір нижньої межі позитивної оцінки психологи (Н. Ф. Тализіна) пояснюють тим, що до засвоєння 70 % загального обсягу знань та вмінь навчальна діяльність перебуває у стадії формування. Оцінка „4” передбачає оволодіння 90% матеріалу, „5” – якщо учень не лише оволодів базовим змістом, а й виявив підвищені здібності, продемонструвавши вміння застосовувати набуті знання у нестандартних ситуаціях. Таким чином, достатній рівень знань може бути фактично диференційований за двобальною шкалою, оцінка „п’ять”, з огляду на перевантаженість навчальних програм, є рідкісним явищем.

Класифікація Блума. Класифікація Блума за таксономічними рівнями [397] наведена в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Класифікація Блума за таксономічними рівнями

Таксономічний рівень	Класифікація (Example)
1. Знання (knowledge: recall data or information).	Учень знає основні поняття, терміни, факти й означення, а також основні методи й процедури, правила й принципи, класифікації та категорії
2. Розуміння	Учень розуміє факти, правила та принципи, може транслювати матеріал з однієї форми в іншу, інтерпретувати схеми, діаграми, графіки, робити припущення прогностичного характеру
3. Застосування (втілення)	Застосовує набуту інформацію для вирішення практичних завдань, використовує поняття та принципи у нових ситуаціях
4. Аналіз	Вміє аналізувати отриману інформацію, виокремлювати частини цілого, виявляти взаємозв'язки між структурними елементами, усвідомлювати принципи організації, знаходити помилки та недоліки у логіці міркувань, висловлювати припущення та гіпотези, робити висновки, розрізняти факти та наслідки, оцінювати значимість результатів
5. Синтез	Вміння комбінувати елементи так, щоб отримати ціле, яке має новизну. Проявляється у вмінні написати есе на задану тему, скласти план дій, використовувати інформацію з інших сфер у даній предметній галузі, відкидати неправильні припущення
6. Оцінювання	Вміння комбінувати елементи так, щоб отримати ціле, яке має новизну. Проявляється у вмінні написати есе на задану тему, скласти план дій, використовувати інформацію з інших сфер у даній предметній галузі, відкидати неправильні припущення

Дванадцятибальна шкала. Дванадцятибальна шкала була введена в практику середніх навчальних закладів у 2000 р. За цією шкалою не ставиться оцінка "незадовільно", а навчальні досягнення учнів оцінюються за такими рівнями: початковий (1, 2, 3, бали), середній (4, 5, 6,), достатній (7, 8, 9) та високий (10, 11, 12).

Альтернативні варіанти. У відповідність оцінці традиційної або будь-якої іншої шкали можна ставити не бал, а діапазон балів. На перший погляд такий підхід

виглядає оптимальним. Однак підвести аргументовану доказову базу з належним дидактичним обґрунтуванням під відмінності, скажімо, оцінок у 18 та 19 балів на практиці надзвичайно складно, а то й неможливо. А один бал може бути вирішальним при призначенні стипендії, отриманні диплома з відзнакою тощо. Можна при первинному оцінюванні використовувати більш гнучку шкалу, доповнивши традиційну проміжними оцінками: 4,5; 3,5; 2,5 (так роблять у Польщі, Словаччині [10, с.17]). Таким чином отримаємо семибальну шкалу та легалізуємо оцінки, якими користуються майже всі педагоги, принаймні з того часу, коли п'ятибальна шкала перетворилася у чотирибальну.

З іншого боку, семибальна шкала ECTS органічно накладається на систематику Б. Блума [397], у якій виокремлено шість таксономічних рівнів. Оцінка „незадовільно" виставлятиметься, якщо студент не досяг жодного з таксономічних рівнів Блума; при досягненні лише першого рівня (knowledge: recall data or information) виставлятиметься оцінка „недостатньо". Досягнення п'яти інших таксономічних рівнів може бути співвіднесено з п'ятьма позитивними оцінками шкали ECTS: відмінно, дуже добре, добре, задовільно, допустимо (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Співвідношення між рівнями шкали Блума, традиційної шкали та шкали ECTS

Шкала Блума	**Шкала ECTS**	**Традиційна шкала**
Досягнуто рівні 1, 2, 3, 4, 5 та 6	„A" – „відмінно"	„5" – „відмінно"
Досягнуто рівні 1, 2, 3, 4 та 5	„B" – „дуже добре"	„4" – „добре"
Досягнуто рівні 1, 2, 3 та 4	„C" – „добре"	„4" – „добре"
Досягнуто рівні 1, 2 та 3	„D" – задовільно"	„3" – „задовільно"
Досягнуто рівні 1 та 2	„E" – допустимо"	„3" – „задовільно"
Досягнуто рівень1	„FX" –недостатньо"	„2" – незадовільно"
Не досягнуто жодного рівня	„F" – „незадовільно"	„2" – „незадовільно"

На думку авторів [41] співвідношення між рівнями шкали Блума, традиційної шкали та шкали ECTS є досить органічним. Наявність п’яти позитивних оцінок має цілком логічне математичне обґрунтування – закон розподілу випадкової величини може бути визначений щонайменше за п’ятьма експериментальними точками. Шкала ECTS та класифікація Блума є більш гнучкими порівняно з традиційною шкалою. Вони дають повніше і об’єктивніше уявлення про досягнення студентом основних освітніх цілей.

Проведений аналіз дає змогу виокремити два принципово відмінні підходи, які використовуючи термінологію О.І. Локшиної [Локшина О.І. Міжнародні порівняльні дослідження якості знань учнів як інструмент моніторингу якості освітніх систем], можна назвати нормативним та критеріальним. При нормативному підході результати окремого учня порівнюються з розподілом балів усієї сукупності учнів, навчальні досягнення яких оцінювалися. Критеріальний підхід показує наскільки конкретним учнем засвоєно навчальний матеріал по відношенню до визначеного експертом, чи групою експертів, нормативного обсягу знань.

Проведений аналіз свідчить також про важливість вибору та узгодження шкал, які використовуються при оцінюванні, а також переконує в тому, що доцільність вибору шкали великою мірою залежить від цільового призначення та методики оцінювальних процедур. Шкала ECTS надає широкі можливості для використання різних шкал при первинному оцінюванні, зводячи отримані результати до єдиного цілком зрозумілого і обґрунтованого вигляду. Цю перевагу шкали варто використовувати на практиці, розширюючи можливості оцінювальних процедур та надаючи свободу вибору безпосереднім учасникам навчального процесу.

4.1.2. Надійність, валідність, роздільна здатність методу оцінювання

Якими не були б шкала та метод оцінювання, для забезпечення об'єктивності оцінювальні процедури мають задовольняти певні вимоги. Насамперед йдеться про надійність та валідність (рис 4.5), які є основними характеристиками оцінювання і дають можливість відповісти на два найважливіші запитання:

– чи дійсно дана оцінка вимірює те, для чого вона призначена і наскільки вона є корисною та значущою;

– наскільки результати оцінювання позбавлені похибки ?

Перше запитання стосується валідності, друге – надійності.



Рис. 4.5. Основні вимоги, яких дотримувалися для забезпечення ефективності оцінювання

Безумовно, аналіз та встановлення зазначених характеристик потребує елементарних знань математичної статистики, хоча б на рівні розуміння таких понять як статистична залежність, кореляційний зв'язок, нормальний закон розподілу, дисперсія, математичне сподівання, середнє квадратичне відхилення. На думку багатьох учених, сучасна педагогічна наука, а особливо розробники і користувачі стандартизованих методик оцінювання успішності відчувають зростання потреби в елементарних знаннях з математичної статистики .

Основна увага в роботі приділена тестуванню, хоча значна кількість міркувань застосовна і до інших методик оцінювання. Такий підхід зумовлений тим, що, по-перше, вивчення більшості фундаментальних загальноприродничих дисциплін (фізика, хімія, біологія тощо) у медичних університетах обмежене стислими часовими рамками і потребує ефективних експрес-методів педагогічної діагностики. По-друге, методики тестування розроблені найбільш ґрунтовно і детально, тому тестування за правильного його використання може бути провідним у комплексі контрольно-оцінювальних інструментаріїв.

Зважаючи на профілізацію нашого дослідження, зауважимо, що тестування як самостійний напрямок розпочало розвиватися значною мірою завдяки працям англійського біолога Френсіса Гальтона. Його різноманітні та численні дослідження об'єднував інтерес до спадковості. Гальтон створив ряд освітніх закладів, у яких проводилися систематичні антропометричні дослідження. На Всесвітній виставці 1884 р. у його лабораторії всі бажаючі за 3 пенси могли виміряти деякі свої фізичні характеристики, гостроту слуху та зору, м'язову силу, швидкість реакції та інші найпростіші сенсомоторні функції. Гальтон розробив велику кількість простих тестів, деякі з них використовуються дотепер. Наприклад, лінійка Гальтона для візуального визначення довжини, свисток для визначення верхньої частотної межі слухових відчуттів, ваги для вимірювання кінестетичних відмінностей. Гальтон вважав, що тести сенсорних відмінностей можуть бути засобом вимірювання інтелекту, оскільки "інформація про зовнішні події надходить до нас лише через наші органи чуттів, і чим краще ці органи вловлюють відмінності, тим ширше поле, на якому діють наш інтелект та мислення " [Galton, 1883, P. 27]. Гальтона по праву вважають розробником методів математичної статистики для аналізу інформації про індивідуальні відмінності. Він відібрав та спростив ряд обчислювальних процедур, зробивши їх доступними для людей, що не мають математичної підготовки. В цьому напрямку працювало багато учнів Гальтона, найвідомішим з яких став Карл Пірсон.

Тести відмінно зарекомендували себе в психології і згодом почали використовуватися в освіті як метод контролю рівня знань. У 1965 р. Комітетом з викладання фізики (PSSC) США була прийнята програма навчання фізики, що містила тестовий контроль рівня знань.

Під **надійністю** розуміємо сталість результатів оцінювання при повторному використанні різних наборів еквівалентних завдань до тих самих осіб у різні моменти часу або в разі зміни інших факторів.

Очевидним та зрозумілим методом визначення надійності результатів тестування є його *повторне проведення (ретестування)*. Мірою надійності може бути дисперсія отриманих результатів. Очевидним є той факт, що дисперсія помилок при первинному та повторному тестуванні буде різною і залежатиме від проміжку часу між первинним та повторним тестуванням, тому належить

встановити, чи значущими є відмінності у дисперсіях. Намагаючись підтримувати умови тестування незмінними ми сприяємо зменшенню дисперсії помилок та підвищенню надійності результатів тестування. Ретестування має кілька недоліків, такі як покращення показників завдяки тренуванню і запам'ятовування правильних відповідей.

Цих недоліків позбавлений *метод альтернативних форм*, у якому тестування проводять за двома різними, але еквівалентними формами. Оскільки надійність стосується ступеня узгодженості між двома отриманими множинами показників, то її можна характеризувати за допомогою коефіцієнта кореляції. Визначений таким чином коефіцієнт надійності є мірою як часової сталості, так і узгодженості відповідей або на різні вибірки, або на різні форми тестових завдань, або на аналогічні тести, але складені різними авторами.

Застосовувалися також методи, які дозволяли встановити ступінь надійності при разовому використанні однієї форми тесту (табл.. 4.4). Серед таких, насамперед, методи Спірмена – Брауна та К'юдера – Річардсона.

Таблиця 4.4

Класифікація методів визначення надійності за кількістю необхідних форм та сеансів тестування

Кількість сеансів тестування	**Кількість форм тесту**	
	Одна	**Дві**
Один	Метод Спірмена –Брауна Метод Кьюдера- Річардсона	Метод еквівалентних форм (проводиться сумісно)
Два	Метод тест – ре тест	Метод еквівалентних форм (проводиться від терміновано)

За *методом Спірмена – Брауна* надійність визначалася розщепленням тесту на дві половини і обчисленням коефіцієнта кореляції між відповідями на кожну з половин тесту:

$$R = \frac{2r}{1+r},$$

де r – коефіцієнт кореляції еквівалентних половин тесту. Цей метод свідчить, що чим більше завдань містить тест, тим він надійніший. Альтернативний метод обчислення надійності еквівалентних половин тесту був розроблений Рулоном (Rulon, 1939). Щоб оцінити надійність за Рулоном спочатку потрібно обчислити різницю дисперсій між показниками по обох половинах тесту для кожного із студентів, що тестувалися s^2(пол), а також дисперсію по повному тесту s^2, скориставшись формулою

$$r = 1 - \frac{s^2(пол)}{s^2}.$$

Метод *К'юдера-Річардсона* базується на оцінці узгодженості відповідей на всі завдання тесту. Коефіцієнт надійності К'юдера-Річардсона (йдеться про найпоширеніший KR-20) є по суті середнім значенням коефіцієнтів надійності Спірмена-Брауна при всіх можливих розбиттях тесту навпіл

$$R = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{s^2 - \sum pq}{s^2},$$

де n – кількість завдань у тесті, s – стандартне відхилення сумарних показників тесту, p та q – частка студентів, що справилися та не справилися з кожним із завдань. Щоб знайти $\sum pq$, потрібно для кожного із завдань знайти добуток pq, а потім просумувати по всіх завданнях.

Формула К'юдера – Річардсона застосовна до тих тестів, у яких існує лише один правильний варіант відповіді, тобто реалізується принцип "все або нічого". Якщо тест розрахований на більш диференційовану форму подання відповіді (наприклад: неправильна – 0 балів, неповна – 1 бал, повна і правильна – 2 бали), то ми використовували спеціально отриману узагальнену формулу, яка відома як **коефіцієнт альфа.** В цій формулі сума $\sum pq$ замінена на суму дисперсій бальних оцінок всіх завдань, тобто формула коефіцієнта альфа має вигляд:

$$R = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{s^2 - \sum s_i^2}{s^2}.$$

Валідність (від лат. validus – міцний, здоровий; пригадаймо однокореневі – *валід*ол, ін*валід*) передбачає перевірку того, наскільки добре оцінювання виконує

свою функцію і стосується значною мірою інтерпретації та правильності використання результатів оцінювання. Наприклад, якщо ми робимо висновки про досягнення студентами запланованих результатів навчання з певної дисципліни, то запропоновані їм завдання повинні забезпечувати репрезентативне вимірювання цих результатів. Оцінювання завжди базується на вибірці з багатьох завдань, які можна було б включити у тест. Валідизація змісту значною мірою залежить від того, наскільки вибірка є репрезентативною щодо усієї множини завдань, які відповідають програмі даного розділу навчальної дисципліни.

Для визначення валідності нами використовувалися незалежні (як правило, зовнішні) критерії того, що тест повинен визначити. В науковій літературі традиційно розглядалося декілька типів валідності: змістова, прогностична, критеріальна, валідність за конструктом тощо. Останнім часом ряд авторів позиціонує валідність як унітарне поняття, а типи валідності, які вважалися раніше загальноприйнятими, розглядає як зручні категорії для нагромадження даних на підтвердження валідності. Наприклад, так вважає Н.Гронлунд і стверджує, що валідизація повинна здійснюватися за такими категоріями [109, с. 280] :

– метод оцінювання та специфікації, що використані при його розробці;
– відповідність результатів оцінювання щодо титульних критеріїв (оцінювання) успішності, професійної придатності, прогностичне тощо);
– обґрунтованість результатів з огляду на психологічні показники;
– обґрунтованість інтерпретації отриманих результатів.

Тривалий час складання тестів було більше мистецтвом, ніж наукою. Бурхливий розвиток інформаційних технологій, досягнення когнітивної психології стимулювали широкі дослідження у пошуках нових підходів до тестування. Радикальні зміни в аналізі завдань і вдосконаленні процесу їх розробки були запропоновані С. Ембертсоном у 1994 р. [406].

Відповідно до теорії С. Ембертсона весь процес розпочинається з визначення конструктів, які попередньо оцінюються, далі будується когнітивна модель для тесту. Детальні характеристики цієї моделі забезпечують специфікацію для

створення завдань. Потім проводиться емпірична валідизація завдань з метою встановлення їх фактичної відповідності теоретичній моделі.

Справді, валідність та надійність будь-якого тесту залежить від якості завдань, що входять до його складу. Аналіз завдань, їх підбір можуть забезпечити високу валідність та надійність навіть у короткому тестовому завданні.

При використанні тестів для оцінювання рівня знань – а саме такі тести здебільшого використовуються при оцінюванні успішності студентів – важливо отримати достатню диференціацію при заданому рівні складності. Як же можна сконструювати валідний тест із потрібним рівнем складності та рівнем роздільної здатності (індексом дискриптивності)? В якості кількісного показника рівня складності ми, як правило, використовували індекс складності. Цей індекс визначався за кількістю опитаних, що справилися із завданням, і подавався у частках (p), інколи в одиницях стандартного відхилення нормального розподілу σ. Тест, правильну відповідь на який надало 40 % опитуваних, має рівень складності p = 0,4 і є складнішим, ніж тест, правильну відповідь на який дало 95 % (p=0,95) опитуваних. Більшість тестів конструюється з метою отримання найточнішої оцінки рівня досягнень у конкретній галузі. Відповідно до цієї мети ні тести, що мають p = 0, ні тести з p = 1 не дають жодної інформації про індивідуальні відмінності. Максимальну розрізнювальну здатність мають тести з індексом складності p = 0,5. Дійсно, якщо припустити, що тестувалося 100 осіб, такий тест дасть 50×50 = 2500 біт інформації, тоді, як тест з p = 0,1 дає 10×90 = 900 біт інформації.

Тести для контролю рівня засвоєння навчального матеріалу мають за мету забезпечити максимальну диференціацію опитаних. На перший погляд, з метою досягнення найвищої розрізнювальної здатності бажано вибирати саме тести з p=0,5, однак тести одного рівня складності мають тенденцію корелювати між собою, причому чим однорідніший тест, тим сильніша кореляція. Тому ми відбирали тестові завдання, рівень складності яких лежить у межах $0,3<p<0,7$. Щоб врахувати можливість угадування деякими студентами правильної відповіді, намагалися, щоб частка правильних відповідей була дещо іншою, ніж та, на яку можна було б сподіватися у завданнях з вільною відповіддю. Емпірична крива розподілу індексу

складності такого тесту не повинна помітно відрізнятися від нормальної своєю асиметрією (рис. 4.6).

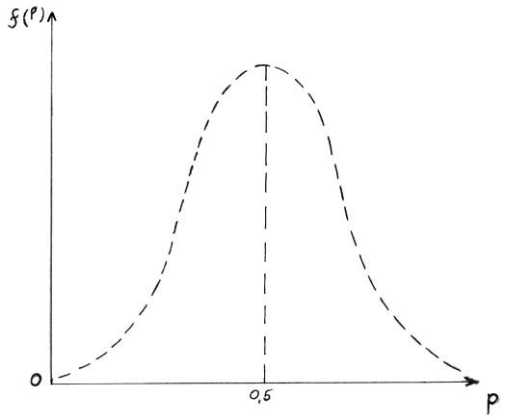


Рис. 4.6. Емпірична крива розподілу індексу складності для тесту з максимальною роздільною здатністю

Завдання, як правило, коригувались (вилучаючи одні та додаючи інші, змінюючи їх формулювання), доки не отримували криву близьку до нормальної з вибірковою середньою $M(X) \approx 0{,}5$. При цьому значна частка осіб, що тестували, давала приблизно 50 % правильних відповідей. Інколи саме на цій підставі роблять висновок чи про надто низький норматив проходження тесту, чи про низький рівень знань. Безпідставність таких претензій стає очевидною, якщо взяти до уваги всі вимоги, що враховувалися при конструюванні тестів з метою забезпечення їх максимальної роздільної (розрізнювальної) здатності.

Це не означає однак, що тести з рівнем складності $0{,}3<p<0{,}7$ гарантують диференціацію за рівнем знань. Розглянемо на прикладі. Студентові рекомендують розв'язати задачу на знаходження часу, за який крапля, що витікає з капіляра, досягне посудини. Відстань, яку пройде крапля, відома. Таке завдання має рівень складності, близький до 0,5; проте воно не дозволяє при формальному оцінюванні відрізнити слабких студентів від досить сильних. Наявні у добре підготовлених студентів знання можуть значно ускладнити задачу через спроби проаналізувати процес формування краплі, визначити швидкість, з якою рухався центр мас краплі до відриву, та врахування інших чинників. Тестове завдання, яке містить розглянуту вище задачу, матиме практично близький до нуля рівень складності як у завідомо

слабкій, так і завідомо сильній групах студентів, а тестування у контрастних групах є одним із основних методів валідизації [7, 109]. Наведений як приклад тест підлягав корекції. Умови, за яких потрібно знайти час руху краплі формулювалися чіткіше, вказували, якими процесами потрібно знехтувати при розв'язуванні даної задачі.

Таким чином, індекс складності використовувався як важливе, але не єдиним мірилом роздільної здатності тестового завдання. Наприклад, якщо частка студентів, які справилися з даним завданням у завідомо сильній n_1/N_1 та завідомо слабкій n_2/N_2 контрольних групах чисельністю N_1 та N_2, відповідно, є однаковою, то розрізнювальна здатність такого завдання наближається до нуля, яким би не був його індекс складності. Різниця відносних значень кількості студентів, що справилися з завданням у сильній та слабкій групах, подана у відсотках, використовувалася нами як індекс роздільної здатності завдання:

$$k = \left(\frac{n_1}{N_1} - \frac{n_2}{N_2} \right) 100\% .$$

Цей індекс є досить простим, надійним і добре узгоджується з іншими, значно складнішими мірами роздільної здатності завдань, тому в рамках нашого дослідження ми надавали саме йому перевагу при відборі тестових завдань.

Важливим етапом у конструюванні тестів є статистичний аналіз емпіричних результатів, який дозволяє виявити сумнівні завдання та скоригувати тести, що пройшли оцінювальний контроль на початковому етапі. Потрібно враховувати, що результати статистичних досліджень також потребують інтерпретації на основі повторного оцінювального аналізу, оскільки далеко не всі завдання, що мають аномалії, згідно із статистичними дослідженнями, можна розцінювати як необ'єктивні. Правильна оцінка аномальних завдань потребує знання як їхнього змістового наповнення, так і знання індивідуальних особливостей студентів, що тестуються. Наведемо приклад. При вивченні теми „Пружні властивості біологічних тканин" студентам пропонувалося серед інших таке тестове завдання.

Які, з наведених нижче формул є математичним записом закону Гука?

А. σ= Eε ; **Б**. F=μ N; **В.** F=ρgV; **Г.** F=ma.

Як засвідчила обробка статистичних даних, цей тест мав рівень складності, близький до одиниці, тобто це завдання має індекс роздільної здатності близький до нуля і може бути використане лише при кваліфікаційному тестуванні. При заміні неправильних варіантів відповіді на інші, правильні, наприклад

$F=-kx$ або $F/S=E\ \frac{\Delta l}{l_0}$

рівень складності практично не змінювався. Згодом по суті це саме питання було сформульоване таким чином:

Які з наведених нижче формул, є математичним записом закону Гука:

1) $\sigma= E\varepsilon$; 2) $F=-kx$; 3) $F/S=E\ \frac{\Delta l}{l_0}$; 4) $F=\mu N$?

А. 1,2 **Б**. 1, 2,3 **В.** 1, 2, 4 **Г.** Тільки 2

Рівень складності такого завдання виявився близьким до 0,7, що значно підвищило його розрізнювальну здатність. У чому ж причина? Може скластися враження, що тест на перевірку рівня знань насправді оцінює рівень уважності студента. Виявилося, що причина в тому, що із чотирьох наведених формул три правильні, а це більше, ніж студенти очікують, і тест зумів виявити тих, які невпевнені у своїх знаннях, тобто він дав можливість перевірити міцність засвоєння навчального матеріалу.

Важливо, щоб завдання були зорієнтовані на розуміння суті явищ, знання фундаментальних законів та закономірностей, вміння використовувати їх у фаховій діяльності, а не на запам’ятовування числових значень, дат тощо. Розглянемо такий приклад. Пропонується два варіанти тестового завдання: перший варіант зорієнтований на запам’ятовування кількісних характеристик процесів, що відбуваються у великій кровоносній системі; у другому варіанті числові значення надано, потрібно встановити зв'язок між запропонованими логічними парами. Перший варіант є валідним для перевірки об’єму оперативної пам'яті, другий має

змістову валідність і дає змогу з'ясувати рівень розуміння студентом фізичної суті явищ, що відбуваються в організмі

Погано

Встановіть відповідність між процесами, які відбуваються у великій кровоносній судині та швидкостями цих процесів:

а) переміщення частинок крові

б) поширення пульсової хвилі

в) поширення звукової хвилі

1)1500 м/с 2) 800 м/с

3) 0,5 м/с 4) 10 м/с

5)80м/с

А. а-1, б-2, в-5

Б. а-1, б-3, в-2

В. а-3, б-5, в-2

Г. а-4, б-3, в-5

Краще

У великій кровоносній судині одночасно відбувається:

а) переміщення частинок крові

б) поширення пульсової хвилі

в) поширення звукової хвилі

Якими приблизно є швидкості цих процесів?

1) 1500 м/с

2) 10 м/с

3) 0,5 м/с

а

б

в

Досвід створення та використання тестів, аналіз теоретичних досліджень проблеми тестування дали змогу сформулювати основні вимоги, якими ми керувалися при створенні тестів.

1. Рівень складності завдань детермінується метою тестування і має визначатися емпірично на основі результатів пробного тестування.
2. Доцільно конструювати значно більшу кількість тестових завдань, ніж того вимагає остаточна форма, оскільки після статистичного аналізу емпіричних результатів пробного тестування придатними виявляється 50 % – 60 % всіх завдань.
3. Оскільки між оцінками рівня складності, зробленими викладачем та студентом, існує досить слабкий кореляційний зв'язок (за нашими спостереженнями, коефіцієнт кореляції $r \approx 0,3 – 0,5$), при оцінці рівня

складності тестових завдань доцільно орієнтуватися на значення *p*, отримані емпірично при статистичній обробці результатів пробного тестування студентів.

4. Складаючи дистрактори (неправильні відповіді до тестових завдань), потрібно враховувати типові помилки. З метою виявлення типових помилок в деяких випадках доцільно проводити пробне тестування на основі завдань з відкритою формою відповіді; аналіз результатів дозволяв виявити помилки, хибні судження, типові з яких враховувалися при конструюванні завдань з вибором відповіді. Здебільшого при створенні дистракторів спиралися на власний педагогічний досвід та досвід колег.
5. При конструюванні тестів насамперед потрібно виявити змістове їх наповнення, яке відповідало б поставленій меті і було б валідним щодо змісту програмового матеріалу, який підлягає оцінюванню.
6. При конструюванні тесту слід враховувати за який проміжок часу виконуватиметься тестування і якими матеріалами можна користуватися під час його проведення. Оптимальний час тестування доцільно встановлювати на основі аналізу емпіричних результатів пробного тестування за методикою, запропонованою у роботі [1] .

Пов’язана з критеріями інтерпретація потребує перевірки того, наскільки добре показники, що оцінюються, співвідносяться з навчальною програмою; чи містить тест достатню для об’єктивного оцінювання кількість завдань, чи вибірка є репрезентативною відносно всієї сукупності завдань, чи всі завдання є валідними.

Важливим є питання розрізнювальної здатності оцінювальних процедур. Наприклад, якщо тест містить істотну частку завдань з рівнем складності, меншим за 0,3 або більшим за 0,7, то його розрізнювальна здатність буде невеликою. І студенти, що мають близькі первинні показники, можуть виявитися у різних групах при використанні стандартизованої шкали. Тому потрібно проявляти надзвичайну уважність при конструюванні тестів.

Іншим фактором, здатним звести нанівець зусилля по диференціації студентів за показниками успішності, може бути невдало вибрана первинна шкала

оцінювання. Так, якщо при оцінці поточної та модульної підсумкової успішності використовувати чотирибальну шкалу, традиційну для радянської школи, причому у відповідність кожній оцінці такої шкали ставити фіксовану кількість балів, то стандартне відхилення σ може мати невеликі значення. Розглянемо, як приклад, таку ситуацію. У вибірці із 45 студентів, які проходили підсумковий модульний контроль один отримав „5”, двоє „2”, решта, тобто понад 90 %, були диференційовані за двобальною первинною оцінкою „3” або „4”. У такому разі студенти, що мають практично однаковий рівень знань (відмінності на рівні похибки), можуть потрапити у досить віддалені групи шкали ECTS, і навпаки, студенти, рівень знань яких відрізняється істотно, будуть розміщені в одній групі. Такий підхід до вибору первинної шкали робить стандартизацію не продуктивною.

Дедалі частіше піддається критиці надмірна увага до письмового тестування. Більшість авторів стверджує, що письмове тестування потрібно замінити, принаймні частково, іншими (альтернативними) видами оцінювання, зважаючи при цьому на очевидні потенціальні переваги оцінювання за допомогою добре сконструйованих тестів та на позитивне відношення студентів до тестування як до об’єктивного методу оцінювання. Тест може повно та ефективно визначати ряд чітко ідентифікованих конструктів, однак на сьогодні не розроблені методики конструювання тестів, що мають достатню прогностичну валідність. Тому не варто чекати надто багато від одного, хоча і найсучаснішого підходу до оцінювання.

При тестуванні поза увагою залишається оцінювання виконавчих навичок та умінь (проведення обстеження, виголошення промови, написання твору, вміння планувати та проводити дослідження, користування приладами, постановка задачі, інтерпретація результатів дослідження тощо). Деякі автори вважають, що наголос потрібно робити на застосуванні вмінь та знань для розв’язання реальних проблем у контексті реальної дійсності. Підтвердженням такої тенденції є, зокрема, значне зростання популярності ситуаційних методик навчання (кейс-методів). У системі медичної освіти ситуаційні задачі стали невід'ємним елементом системи оцінювання і широко використовуються на клінічних кафедрах.

Розподіл змісту освіти на знання, уміння та навички має давню традицію. "Традиційне словосполучення "ЗУН" слід переосмислити в плані обґрунтувань психологів і дидактів, які вважають, що вміння є загальнішим поняттям, ніж навичка, і є синтезом знань і навичок, а тому треба говорити "ЗНВ" [150, с. 43]. Для такої переорієнтації треба внести корективи у тлумачення самих термінів (А. М. Алексюк, Є. О. Мілерян, О. С. Дубинчук, В. О. Онищук, К. К. Платонов). Зокрема, знання – множина понять, організованих у систему, навичка – дія, сформована шляхом повторення, що характеризується високим ступенем освоєння та відсутністю поелементної свідомої регуляції та контролю, вміння – освоєний людиною спосіб виконання дій, що забезпечується сукупністю набутих знань і навичок [414, с. 41 – 42]. Такі компоненти, як знання, вміння, навички та норми (цінності) – всі є суть знання (В. І. Гінецинський), причому: знання – когнітивні образи; вміння та навички – способи реалізації (потенціальної чи актуальної) когнітивного образу в формах активності суб'єкта; цінності – знання, що включаються в структуру самого суб'єкта, такі, що його конструюють. Протиставлення їх можливо у вузьких межах, та ці межі повинні строго вказуватися. У протилежному випадку неможливо досягнути цілісності характеристики відповідної категорії.

Отже, оцінювання знань передбачає також оцінювання виконавських навичок та умінь.

4.2. Поточний та підсумковий модульний контроль успішності студентів

Традиційна система контролю та оцінювання знань й умінь студентів має низку істотних недоліків. Насамперед вона не забезпечує ритмічну роботу студентів впродовж навчального семестру. Підтвердженням цього є і власні спостереження, і результати анкетування студентів, і використання методу фокус-груп (глибинна дискусія, яка відбувалася в невеликих групах, що об’єднані спільними інтересами), і порівняння результатів поточної та екзаменаційної успішності, аналіз якого наведено в підрозділі 5. 2. Ще одним недоліком є те, що всі “нитки” контролю і “важелі” керування знаходяться в руках викладача. Це позбавляє студента

ініціативи, самостійності, конкуренції в навчанні. Ми погоджуємось з міркуваннями, висловленим в роботі [284], що замість планомірності та систематичності, контроль інколи набуває ознак непередбачуваності й раптовості. Традиційні форми контролю не орієнтувалися на врахування індивідуальних особливостей студентів. Йдеться не про вимоги до якості та обсягу знань і рівня сформованості вмінь (безумовно, у професійній освіті, особливо медичній, вони мають бути однаковими для всіх студентів), а про врахування індивідуальних особливостей студентів (неквапливості або сором'язливості, навпаки, самовпевненості, схильності до творчої чи репродуктивної діяльності тощо). У системі вітчизняної освіти діє невідомо ким і коли встановлене й узаконене на державному рівні правило: кваліфікацію в тій чи іншій галузі всі повинні отримати за однаковий термін. А той, хто не вкладається в установлені строки, може бути позбавлений права продовжити навчання і отримати обрану професію. Саме тут, на нашу думку, криються основи формалізму в оцінюванні знань, якого можна уникнути, надаючи студентам право на індивідуальний темп просування за програмою і самостійний вибір власної траєкторії навчання. Модульно-рейтингова система навчання дає змогу уникнути багатьох недоліків традиційної системи, надаючи студентам більше свободи у самостійному плануванні навчальної діяльності, делегуючи їм право на індивідуальний темп просування за програмою і самостійний вибір варіанта опанування навчальним матеріалом.

У практиці фізичної освіти використовуються різноманітні методи поточного й підсумкового контролю рівня знань студентів, найпоширеніші – методики усного опитування і письмових контрольних робіт. Для усного опитування використовують, як правило, спеціально сконструйовані білети, а для письмового – задачі й тести. Доволі часто ці види контролю і матеріали для його здійснення не співвіднесені з діагностичними цілями навчання і методиками. Важливим для подолання формалізму завданням є діагностичне визначення цілей навчання і розроблення матеріалів для об'єктивного контролю за якістю знань студентів на всіх етапах навчання. Підходи до оцінювання успішності мають бути враховані у

формулюванні цілей, оскільки цілі вивчення конкретної навчальної дисципліни чи окремого її розділу повинні містити:

– опис елементів знань та рівнів їхнього засвоєння;
– спосіб для однозначного виявлення елементів знань та рівня їхньої сформованості;
– можливість вимірювання приросту знань, які діагностуються на основі результатів контролю.

Як справедливо зауважує В.П. Зінченко [142] на сучасному етапі розвитку педагогічної науки перерахованим вимогам не задовольняє ні основна (загальна) ціль педагогічних систем, ні часткові цілі вивчення окремих предметів.

Впровадження КМСОНП актуалізувало пошуки та розробку методик „стандартизованого контролю теоретичної та практичної підготовки студента”. На практиці це зводиться до більш широкого використання тестів. У методичній літературі неоднозначне відношення до методів оцінювання успішності з огляду на їхню надійність та валідність. Так, у роботі [284], стверджується, що "однозначність та відтворюваність оцінки забезпечують лише об’єктивні методи контролю якості знань студентів, що спираються на спеціально для цього створені матеріали – тести". В.П. Сергієнко вважає, що усні методи контролю, приміром, цілком придатні для безпосереднього спілкування викладача зі студентами під час проведення бесіди, колоквіуму, семінару тощо. Вони допомагають викладачу одержати оперативну інформацію про поточне засвоєння навчального матеріалу і вжити необхідних педагогічних заходів, а студентам – докладніше і глибше розібратися в досліджуваному матеріалі. Однак для оцінки якості знань ці методи не придатні, тому що у них не закладені необхідні діагностичнісгь, точність і відтворюваність результатів. Звичайні письмові контрольні роботи, на його думку [284], можна використовувати лише для активізації самого процесу навчання з метою допомогти викладачеві й студентам визначити слабкі місця у засвоєнні навчального матеріалу. Оцінювання ж за письмовими роботами – також неточне і нестроге, оскільки викладачі виходять з різних міркувань і критеріїв оцінки. Суб’єктивність оцінок і їх невисока

надійність та валідність перешкоджають впровадженню дієвих заходів щодо вдосконалення дидактичних процесів.

Як засвідчує проведене нами опитування, студенти позитивно ставляться до тестування і вважають його об'єктивнішим за інші методом оцінювання. Очевидними є як недоліки традиційної системи оцінювання, так і потенціальні переваги оцінювання за допомогою добре сконструйованих тестів. Однак, на нашу погляд, в питанні впровадження тестів як єдиного об'єктивного методу оцінювання слід проявляти належну обережність, бо мабуть це саме та ситуація, коли „поспішати потрібно повільно".

По-перше, потенційні переваги тестування стають реальністю лише за умови надійності, валідності (як за конструктом, так і за змістом) та достатньої диференціювальної здатності тестових завдань. На сьогодні дуже мала кількість викладачів володіє методиками, що дозволяють встановити ці характеристики. Великою проблемою для користувачів і особливо розробників методик тестування є брак елементарних знань математичної статистики. Тому нині не існує однозначної відповіді на питання, що є кращою методикою для оцінювання якості знань: тести, які не пройшли належної апробації і були емпірично сконструйовані, чи традиційні методики, які також побудовані на емпіричному підході, але апробовані багаторічним досвідом. Аналіз результатів експериментальних досліджень не дає однозначної відповіді на це питання, оскільки в багатьох випадках традиційні методики мають більшу валідність та надійність, тобто є об'єктивнішими.

По-друге, у зарубіжній (здебільшого американській) науковій літературі надмірна увага до письмового тестування дедалі частіше піддається критиці. Наприклад, на сьогодні не розроблена науково обґрунтована технологія конструювання тестів з достатньою прогностичною валідністю. Більшість авторів схиляється до думки, що не може бути єдиного досконалого методу оцінювання – добре збалансована система оцінювання повинна бути комплексною.

По-третє, валідним (об'єктивним) та відтворюваним (надійним) може бути практично кожний метод оцінювання за умови правильного підбору конструктів та доцільного їх використання.

Розробляючи систему оцінювання, ми враховували, що будь-яку розумову діяльність людина виконує на основі раніше засвоєної інформації про способи здійснення такої діяльності. Розуміючи всю складність та багатогранність поставленого завдання при розробленні методики проведення підсумкового модульного контролю з медичної та біологічної фізики, ми вважали, що засвоєння знань передбачає такі рівні: а) усвідомленого і зафіксованого у пам'яті знання; б) готовності до застосування у схожих умовах, за подібністю; в) готовності до творчого застосування у новій ситуації; г) уміння відтворити поняття з усіма його суттєвими ознаками (число ознак залежить від етапу навчання); д) вміння не тільки відтворити ознаки поняття, але й розпізнавати об'єкти навколишньої дійсності, які підводяться під ці поняття (М. М. Скаткін, В.В. Краєвський). Це означає, що формат завдань повинен забезпечити перевірку засвоєння знань, їхнє розуміння та вміння їх застосовувати на практиці.

Рівень кваліфікації фахівця великою мірою визначається ступенем засвоєння інформації про діяльність та якістю засвоєння окремих навчальних елементів і навчального предмета в цілому, тобто від якості засвоєння орієнтовної основи діяльності.

Намагаючись враховувати різні види навчальної діяльності при оцінюванні ми виходили з того, що у педагогічній літературі розрізняють п'ять методів навчання [158]. Аналогічні методи пропонуються іншими авторами: пояснювально-ілюстративний, програмований, евристичний, проблемний, модельний, пізнавальний, перетворювальний, систематичний, контрольний [171].

Широке використання тестів як основного, а подекуди і єдиного методу оцінювання зміщує акценти на репродуктивний вид діяльності, для якої характерні переважно алгоритмічні дії або дії за точно описаними правилами і в добре відомих умовах. Така діяльність передбачає засвоєння орієнтовної основи, алгоритми і правила якої відтворюються в різних поєднаннях – від буквальної копії і переказу до деякого вільного відтворення та застосування в типових ситуаціях, студент під час репродуктивної діяльності не додає ніякої нової інформації. В навчальних посібниках з фізики великою є частка задач, що розв’язуються за засвоєними раніше правилами й

алгоритмами, тому діяльність студентів доволі часто не виходить за рамки репродуктивної.

У процесі продуктивної діяльності студент завжди створює нову порівняно із засвоєною інформацію. При створенні нової інформації він спирається на попередній досвід пошукової діяльності. Репродуктивна і продуктивна діяльність пов’язані між собою і складають відповідну структуру ступенів оволодіння досвідом. Кожну операцію як репродуктивної, так і продуктивної діяльності студент виконує як елемент процесу виконання завдання. Під завданням розуміють діагностично сформульовану ціль, досягнення якої можливе за допомогою певних дій у наперед визначеній ситуації. Таким чином, компонентами завдання є мета, дії і ситуація.

Діяльність людини може бути подана через такі п'ять ієрархічно структурованих рівнів виконання різних завдань:

перший рівень – діяльність із дізнавання на основі усвідомленого та зафіксованого в пам'яті знання. Студенти можуть здійснювати цю діяльність тільки у разі повторного сприйняття раніше засвоєної інформації про об’єкти чи процеси;

другий – алгоритмічна діяльність. У завданні задано мету, ситуацію і дії з його виконання, а від студента вимагається зробити висновок про відповідність усіх компонентів структури завдання до зовні заданого алгоритмічного опису;

третій – репродуктивно-алгоритмічна діяльність. У завданні задано мету і ситуацію, а від студента вимагається самостійно застосувати раніше засвоєні дії з його виконання. Студенти виконують завдання, відтворюючи і застосовуючи інформацію про раніше засвоєну орієнтовну основу виконання цієї дії. Таке завдання назвемо типовим;

четвертий – якщо в завданні задано мету, але незрозумілою є ситуація, за якої ця мета може бути досягнута, а студент повинен доповнити (уточнити) ситуацію і застосувати раніше засвоєні дії для виконання цього нетипового завдання, це продуктивна дія евристичного типу. Студент у процесі активної творчої, здебільшого конструктивної, діяльності добуває суб’єктивно нову інформацію (нову для себе) у

ході самостійної трансформації відомої орієнтовної основи типової дії і побудови суб’єктивно нової для виконання нетипового завдання.

п'ятий – якщо в завданні відома лише у загальній формі мета діяльності, а пошуку підлягають і ситуація, і дії, що ведуть до досягнення мети, то це продуктивна дія творчого типу, у результаті якої створюється об’єктивно нова орієнтовна основа діяльності.

У процесі наукової діяльності отримують об’єктивно нову інформацію. Студент діє у відомій галузі, створюючи нові правила дії – творча (дослідницька) діяльність. Це, наприклад, дослідження фізичних властивостей біологічних тканин чи конструювання нових матеріалів з наперед заданими властивостями тощо. Такі дослідження потребують пошукової, дослідницької і винахідницької діяльності. Отже, діагностична постановка мети навчання за якістю засвоєння знань і умінь полягає у визначенні належного рівня засвоєння.

Підсумковий модульний контроль проводиться наприкінці модуля, дає можливість виставити остаточний бал за пройдений модуль і передбачає всебічне оцінювання всіх рівнів засвоєння матеріалу та всіх типів навчальної діяльності.

Які методики доцільно використовувати при організації підсумкового модульного контролю? Як уже зазначалося, невід'ємним, однак не єдиним інструментарієм має бути тестування. Нами використовувалися як тести з множинним вибором, так і з відкритою формою відповіді, які по суті є фізичними задачами.

Використання задач при підсумковому модульному контролі з медичної та біологічної фізики має свою специфіку. Будучи надзвичайно важливим практичним методом навчання, задачі дають змогу ефективно інтегрувати фундаментальні та фахово зорієнтовані знання студентів. Фізичні задачі інтегрованого характеру мають одночасно задовольняти дві істотні вимоги: по-перше, мати конкретну фізичну суть і значущість; по-друге, враховувати профілювання навчального матеріалу, не опускаючись до рівня механістичного розв'язку фізичної задачі з медичними даними. Для ефективного використання задач, як методу інтегративного навчання необхідно спиратися на основи типології задач: за структурою, за метою

дії, способом або принципом дії, умовами дії (А. Г. Головенко). Окрім використання загально дидактичних типологій задач (наприклад, І. Я. Лернера), у професійній школі доцільно використовувати також основи типології прикладних і фахових задач, очевидно, з корективами на рівень опанування фаховим матеріалом. Однією з вдалих, на наш погляд, є така типологія фахових задач: 1) відомий спосіб розв'язання проблем такого типу – необхідні знання лише з галузі, де виникла задача; 2) відома проблема – необхідне залучення знань з інших галузей науки і техніки; 3) принципово нова проблема, що вимагає цілком нового розв'язання [93].

Очевидно, що вже перша група задач потребує знань не лише з якогось одного предмета, а принаймні двох-трьох, і найчастіше таких, що належать до різних циклів (загальноприродничих, фахових тощо). Більшість задач, з якими матимуть справу випускники університетів, є саме задачами фаховими, а не загальноприродничими. Тому одним із завдань інтеграції фундаментальних і прикладних знань є формування нового підходу до фізичних задач. Чільне місце у курсі "Медична та біологічна фізика" повинні зайняти задачі не просто нестандартні чи складні, чи з фахово зорієнтованим змістом, а якісно нові типи задач. Такими можуть бути: задачі відкритих питань; неповно поставлені задачі; задачі з розмитими умовами; задачі з кількома способами розв'язку; задачі, які провокують на помилки; задачі з неоднозначною відповіддю; задачі, де треба визначити вірогідність умови; задачі на стратегію чи такі, де треба висунути гіпотезу чи накреслити хід розв'язання; задачі з зайвими даними; задачі з вибором; задачі з уявною суперечністю, тупикові задачі, задачі на вироблення алгоритмів та ін. Саме такі задачі доцільно формувати на предметних елементах знань і саме вони дають студентам максимальну користь, а засвоєні алгоритми розв'язку можуть використовуватися протягом усієї професійної діяльності.

Задача. Дослідження показали, що внаслідок відкладання холестерину товщина стінки аорти збільшилась в 1,5 рази, а внутрішній діаметр зменшився на 25%. При цьому швидкість поширення пульсової хвилі збільшилась вдвічі. Як змінився при цьому модуль пружності відносно норми? Які експериментальні

дослідження потрібно провести, щоб отримати потрібні параметри? Як перевірити справедливість отриманого результату?

Базуючись на багаторічних спостереженнях, можна стверджувати, що добре збалансована система оцінювання, окрім письмового тестування, яке складається як із завдань з множинним вибором, так і з завдань з відкритою формою відповіді, має містити також інші види оцінювання. Насамперед важливим є оцінювання умінь та навичок, а також виконання творчих, часто особистісно зорієнтованих завдань. Кожному викладачеві знайома ситуація, коли студент має непогані показники при виконанні письмового тесту, але кілька фраз із творчої роботи або з усної відповіді дозволяють зовсім по іншому оцінити рівень досягнень.

Одним з ефективних та доступних методів оцінювання, які сприяють інтеграції знань, активізують пізнавальну діяльність, показують логічний розвиток знань від фундаментальних до суто фахових, готують студентів до сприйняття професійно значущих понять і процесів, поглиблюють і профілюють фундаментальні загальноосвітні знання є використання питань інтегрованого характеру. Такі питання органічно пов'язані між собою, випливають одні з одних і взаємодоповнюються. Блок інтегрованих питань до теми (чи підтеми) з медичної та біологічної фізики здебільшого складається з трьох груп: 1) питання, що пов'язані з фізичною суттю явищ і процесів; 2) питання біофізичного та медико-фізичного характеру; 3) питання, які визначають готовність студентів до сприйняття фахових знань.

Аналогічна ситуація і з оцінюванням умінь та навичок. Оцінювання вмінь працювати з лабораторним обладнанням протягом кількох хвилин може дати набагато об’єктивнішу інформацію щодо правомірності зарахування даної лабораторної роботи, ніж тривале та ґрунтовне тестування рівня знань про такі вміння. Дійсно, можна прекрасно знати правила дорожнього руху і будову автомобіля, але це не є підставою для отримання права на управління транспортним засобом, якщо немає відповідних вмінь та навичок. Якщо ми хочемо перевірити, чи вміє студент виконувати вимірювання, найпростіше дати йому якесь завдання на

вимірювання певної фізичної величини; якщо ми хочемо знати, чи студент-медик вміє проводити обстеження пацієнта, варто надати йому можливість це зробити.

Оцінювання навичок і вмінь надзвичайно важливе і в зазвичай дає змогу робити більш справедливі висновки, ніж письмове тестування. Однак таким оцінюванням доволі часто нехтують. Чому? По-перше, оцінювання виконавчих вмінь досить складне і вимагає значних затрат часу. Значно простіше оцінити знання про якусь діяльність, ніж саму діяльність. Складною також є проблема вибору методики та шкали оцінювання, проблематичним є узагальнення та ототожнення виконання одного із завдань з усією сукупністю таких завдань, а також створення репрезентативної вибірки завдань на виконання. Щоб трансформувати якісний показник („добре", „нормально", „погано") у рейтингову шкалу, потрібно чітко визначити перелік *процедур*, які повинні бути виконані, конкретних *результатів*, які мають бути отримані на основі даних процедур, а також *висновків,* що базуються на отриманих результатах. Тому оцінка за виконання лабораторної роботи є інтегрованою і базується на оцінюванні таких складників: підготовка до проведення лабораторної роботи, робота з довідковою літературою, ступінь самостійності при виконанні, експериментаторські вміння та навички, сформованість виконавчих вмінь та навичок, вміння опрацьовувати отримані результати (оцінювати похибку, будувати графіки тощо), вміння формулювати висновки на основі отриманих результатів, оформлення звіту за виконану роботу (рис. 4.7.).

Оцінювання виконавчих вмінь при підсумковому модульному контролі доцільно здійснити шляхом оцінювання виконання лабораторної роботи (в цілому або окремих її фрагментів), яку містить даний модуль. Так, лабораторна робота"Вивчення роботи електрокардіографа" передбачає оцінювання таких умінь:

1. Налагодити прилад для роботи: увімкнути, перевірити справність, відрегулювати записуючий пристрій, провести калібрування, правильно накласти електроди.
2. Провести вимірювання:

   а) отримати кардіограму в трьох стандартних відведеннях;

б) зареєструвати ЕРС, яка індукується при зміні магнітного потоку через котушку при коливаннях магніту на пружині;

в) записати калібрувальний сигнал.

3. Виконати обробку результатів:

а) визначити чутливість приладу;

б) знайти максимальне значення різниці потенціалів $\Delta\varphi$ у трьох стандартних відведеннях (амплітуду *R*-зубця);

в) знайти період серцевих скорочень;

г) знайти частоту серцевих скорочень;



Рис. 4.7. Схема оцінювання виконання лабораторної роботи

д) подати частоту серцевих скорочень у типових для медичної практики одиницях (уд./хв).

Використовуємо також тестові завдання для перевірки виконавських умінь.

Як зазначалося в розд. 3 найбільші труднощі у студентів виникають при графічному відображенні результатів експерименту, раціональному виборі масштабу (особливо коли функціонально зв’язані величини є числами різного порядку) використанні логарифмічної та напівлогарифмічних координат, а також при встановленні за графіком характеру функціональної залежності між досліджуваними параметрами, знаходженні невідомого значення аргументу за значенням функції (наприклад, знаходимо невідому концентрацію розчину цукру при рефрактометричних вимірюваннях). Студенти не завжди враховують, що отримані в результаті експерименту вимірювання обтяжені похибкою, тому на графік потрібно наносити не точки, а плоскі геометричні фігури, розміри яких пропорційні до абсолютних похибок відповідних величин, або використовувати спрощений метод, при якому наносять точки, а потім проводять плавну криву якомога ближче до всіх експериментальних точок, намагаючись, щоб їх розподіл по різні боки від кривої був приблизно однаковим.

Тому підсумковий контроль містить завдання, що мають на меті перевірку таких умінь. Наприклад, пропонуємо побудувати діаграму деформації за даними в таблиці значеннями механічного напруження та відносного подовження, при цьому вказуємо точність, з якою ці величини знайдені, або за наданими значеннями побудувати дисперсійну залежність для імпедансу.

Тести містять завдання на вміння використовувати багато шкальні вимірювальні прилади, користуватися ноніусом, а також мають на меті з'ясувати призначення основних вузлів вимірювальних приладів. Наприклад, запитуєм; "З якою метою використовують калібрувальний сигнал?"

Обов’язковим у підсумковому модульному контролі, на наш погляд, є також самостійне висвітлення одного з теоретичних питань даного модуля, або ще краще, написання невеличкого творчого есе на задану тему.

В медичних університетах багатьох європейських країн вивчення медичної та біологічної фізики завершується іспитом, який здебільшого має як усну, так і письмову (тести) частини (Чехія, Словаччина, Австрія).

На думку деяких авторів [38, 55], іспит наприкінці семестру – необхідна ланка в процесі навчання. Автор також дотримується думки, що модульні контрольні заходи не можуть повністю перебрати на себе функції іспиту. Насамперед йдеться про систематизацію отриманих знань, адже, готуючись до іспиту, студент має змогу побачити матеріал навчальної дисципліни в цілому, встановити логічні зв'язки між складовими курсу, повторити, закріпити та систематизувати уже набуті знання. Окрім цього, результат екзамену дає студентові можливість покращити свій рейтинг. Це виключає випадковості при підведенні підсумків навчального процесу, знімає напруження, не знижуючи ролі поточного контролю. Доцільно у деяких випадках використовувати як заохочення автоматичне зарахування іспиту. За рейтингової системи оцінювання іспит і залік зближаються за своєю вагомістю, в обох випадках знання студентів оцінюються за кількісними показниками. Істотною залишається відмінність в умовах проведення цих заходів. На підготовку до іспиту студент має кілька днів, іспит проводиться у визначений час і у визначеній аудиторії, тоді як заліки та підсумковий модульний контроль студент здає впродовж семестру, інколи з різних навчальних дисциплін в один і той самий день. Цим пояснюється той факт, що значна кількість (за нашими даними, близько 45 %) викладачів вважає недоцільним ліквідацію екзаменаційних сесій та заміну їх сукупністю модульних контролів.

Згідно з експериментальним навчальним планом у системі медичної освіти ліквідовані екзаменаційні сесії і єдиною формою підсумкового контролю є модульний. На кафедрі медичної та біологічної фізики НМУ імені О.О. Богомольця впроваджено комплексний підхід до оцінювання знань студентів на підсумковому модульному контролі: це і тести, і задачі, і оцінювання виконання (на прикладі лабораторної роботи), і оцінювання есе на задану тему (висвітлення теоретичного питання).

Методики рейтингового контролю, які використовувалися нами, не позбавлені недоліків, тому їх усунення відбувалося впродовж коригувального етапу педагогічного експерименту.

Студент повинен своєчасно та обов'язково мати відомості про власні результати на кожному етапі навчання, адже вони є для нього показниками успішності і, окрім інформативної функції, виконують також організуючу, прогностичну та стимулювальну функції.

Наявна система контролю не повною мірою охоплює всі види навчальної діяльності, що передбачає розширення спектра оцінювальних процедур. Наприклад, жодна з методик не передбачає оцінювання індивідуальної науково-дослідної роботи студентів, яка здійснюється з використанням проектної технології навчання. Проблемою є те, що робота над проектом триває, як правило, значно довше, ніж вивчення відповідної (однієї чи декількох) навчальної дисципліни. На наш погляд, така діяльність студента може бути адекватно оцінена лише на базі студентського портфоліо, яке містить індивідуальний, персонально підібраний пакет матеріалів про освітні результати у вигляді певних продуктів: наукових розробок, публікацій, рефератів, курсових та дипломних робіт, інших продуктів навчально-пізнавальної діяльності студента, а також оцінювальних інформаційних матеріалів від зовнішніх джерел: педагогів, наукових та громадських організацій (відгуків, рецензій, нагород тощо). Інакше кажучи, потрфоліо є технологією аутентичного оцінювання навчальної діяльності студента. Різними науковими школами трактується це поняття по-різному. Із розмаїття характеристик, притаманних цій методиці оцінювання, виділимо три, які зустрічаються найчастіше:

1. Основне завдання портфоліо – показати все, на що студент здатний, продемонструвати його найсильніші сторони, максимально розкрити творчий потенціал.
2. Формування навичок самоорганізації, аналізу власної діяльності, самоконтролю, самооцінки, позитивного ставлення до зовнішньої критики.
3. Самоусвідомлення власних результатів та оцінювання їх у динаміці.

Традиційно портфоліо складається із супровідного листа власника, робіт самого студента, зовнішніх оцінок, самооцінки та самоаналізу.

Проведене дослідження засвідчує, що не існує одного „найкращого методу" оцінювання. Воно має бути комплексним і якнайповніше охоплювати всі види навчальної діяльності. Це і тести, і оцінювання виконання, і оцінювання творчих робіт. Проблема оцінювання успішності студентів при вивченні фундаментальних дисциплін у медичному університеті є надзвичайно складною, однак при правильному використанні оцінювальні процедури можуть надати інформацію, яку неможливо отримати ніяким іншим способом. Вони є надійним стимулом пізнавальної активності студентів, сприяють міцному й тривалому оволодінню знаннями, забезпечують їх глибину та належну практичну і прикладну спрямованість.

4.3. Оцінювання вихідного рівня знань студентів у контексті особистісно орієнтованого навчання

Оцінювання вихідного рівня знань є досить важливим з різних причин. Насамперед, як засвідчує експеримент, останнім часом спостерігається істотна диференціація вихідного рівня знань студентів. Інтелектуальний багаж, з яким приходять до університету студенти-першокурсники, визначається не тільки індивідуальними когнітивними та психологічними особливостями, але й рівнем і типом середнього закладу освіти (природничі, гуманітарні, технічні ліцеї, коледжі та гімназії, загальноосвітні школи з різним ухилом, медучилища тощо). Контрактна форма навчання посилює об'єктивно існуючі відмінності, адже вона відкрила можливість здобувати вищу освіту як для тих, хто закінчив середні навчальні заклади 7 – 10 років тому, так і для осіб, що мають вищу (часто технічну або природничу) освіту. Засвоєння навчальної дисципліни не може бути реалізованим без свідомого врахування цих чинників. Ці фактори потребують свідомого врахування при організації навчального процесу, оскільки прийнятий у нашій країні підхід до форми навчання (контрактна, держзамовлення) не є характерним ні для американської, ні для європейської системи освіти. Аналіз результатів зрізного тестування, яке традиційно проводилося автором упродовж 14 років, дає можливість

зробити припущення про наявність двомодального розподілу рівня базових знань з фізики у студентів-першокурсників (рис. 4.8).

Додаткові дослідження, проведені у однорідних вибірках (випускники сільських та міських шкіл, юнаки та дівчата тощо), дозволили встановити, що основним чинником, який формує двомодальну емпіричну криву щільності розподілу, є форма навчання: контрактна або держзамовлення.

Введення вступного іспиту з фізики для абітурієнтів, що планують навчатися на місцях понад державне замовлення, збільшення конкурсу виявилися позитивними чинниками, які зумовили повільну тенденцію до підвищення базового рівня знань з фізики у студентів-першокурсників (рис. 4.9).

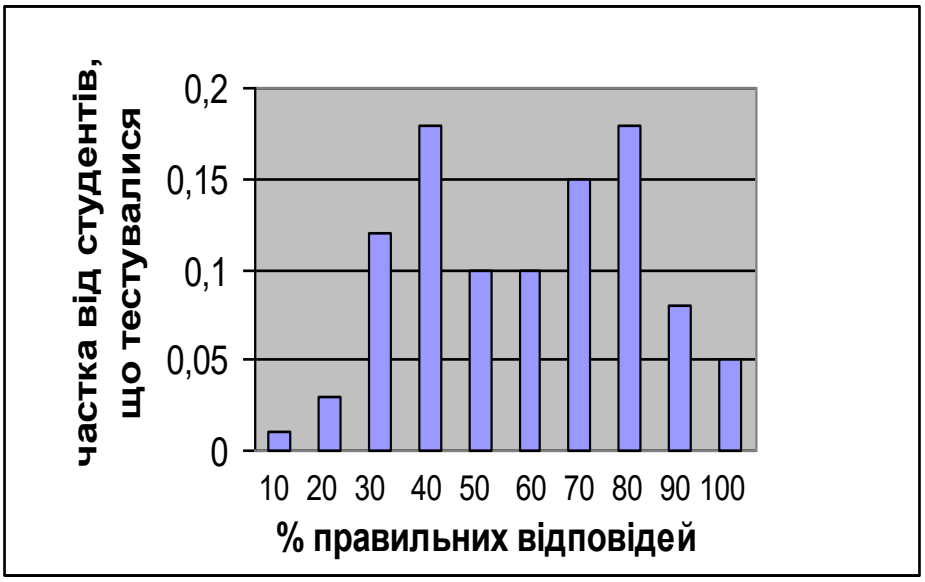


Рис. 4.8. Гістограма розподілу, %, правильних відповідей при зрізному тестуванні з фізики студентів першого курсу медичного факультету (1998 р.)

Закон розподілу результатів зрізного тестування при цьому наближався до нормального з від'ємним ексцесом. Для вирівнювання початкового рівня знань ефективними виявилися такі заходи: „вирівнювальні” курси з фізики, спеціальна методична література, проведення пре-тестів перед вивченням нового змістового модуля тощо.

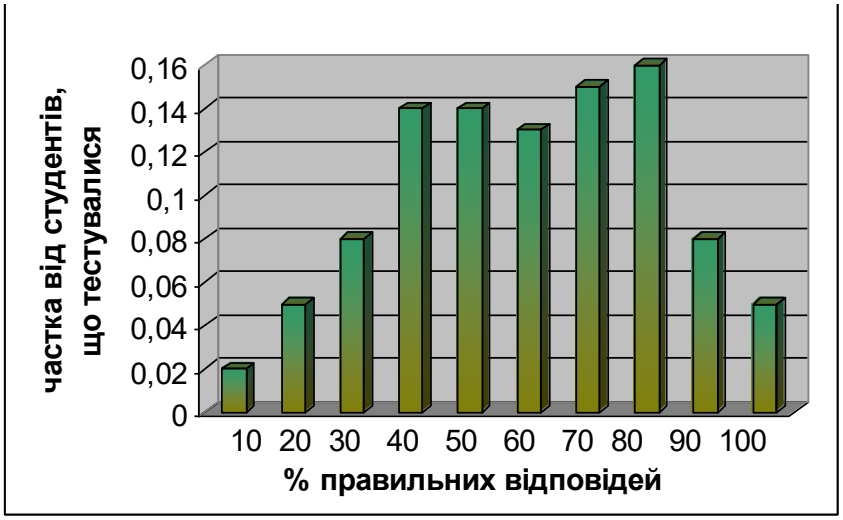


Рис. 4.9. Гістограма розподілу % правильних відповідей при зрізному тестуванні з фізики студентів першого курсу медичного факультету (2005 р.)

Тестування-зріз тестування є багатоцільовим: потрібно не тільки й не стільки встановити вихідний рівень знань у студентській групі, як спонукати студентів до повторення тих тем, знання з яких є необхідними для успішного засвоєння програмового матеріалу. На думку автора, його слід проводити не перед вивченням всієї навчальної дисципліни, як це часто практикується, а перед вивченням кожного з модулів. Дуже важливо, щоб питання зрізного опитування були відомі заздалегідь. Зрізне тестування повинне містити основні поняття й закони розділів, без яких неможливе повноцінне засвоєння змістової частини нового модуля. Тоді непосильне для студента завдання повторити весь курс (яке він і не виконуватиме з огляду на непосильність) перетвориться у цілком конкретне – актуалізувати ті знання, без яких неможливе просування вперед на даному етапі навчання.

Результати зрізного тестування сумісно з іншими показниками були задіяні при розробці стратегії особистісно орієнтованого навчання фізико-математичних дисциплін.

Доцільно, на наш погляд, розрізняти студентів як таких, що:

– мають достатній вихідний рівень для засвоєння програмового матеріалу (основна група);

– мають недостатній рівень знань і без додаткових зусиль не зможуть оволодіти навчальним матеріалом;

– уже мають сформовані знання та навички з відповідного розділу навчальної дисципліни (студенти цієї малочисельної підгрупи можуть бути звільнені від окремих видів занять).

Виділення зазначених підгруп, на думку автора, і є однією з цілей зрізного тестування. Для цього використовувалися кваліфікаційні тести, оскільки, на наш погляд, диференціацію всередині виділених груп проводити на початкових стадіях навчання недоцільно. У такому разі тестування є найефективнішим, якщо показники кваліфікаційного тесту групуються навколо деякого критичного рівня складності. Щоб встановити, чи володіє індивідуум знаннями та навичками, необхідними для засвоєння відповідного розділу навчальної дисципліни і чи можна переходити до наступного етапу навчання, використовували тести, завдання яких мали рівнем складності p = 0,8 – 0,9 (рис. 4.10).

На рисунку $p=m_i/m$, де m – кількість завдань в тесті, m_i – кількість завдань, на які дано правильну відповідь; $f(x)=n_i/n$, де n – кількість студентів, що тестувалися, n_i – кількість правильних відповідей.

За таких умов переважна більшість студентів успішно проходить тестування. Такий тест може містити найлегші завдання, що вилучалися тестів, призначених для диференціації рівня знань.

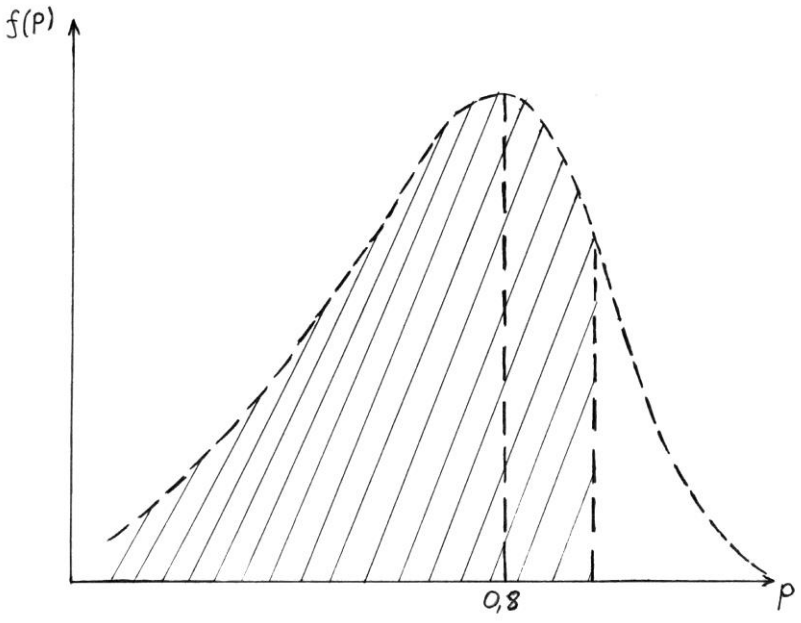


Рис. 4.10. Емпірична крива розподілу кількості правильних відповідей на тест, завдання якого мають рівень складності 0,8–0,9.

Такі кваліфікаційні зрізні тести допомагають кожному студенту виявити розділи та теми, що потребують додаткового повторення, і підвищують тим самим ефективність навчання.

Аналогічно конструювався тест, мета якого – перевірити, чи має хтось із студентів знань, уміння та навички, яким його планують навчати. У такому випадку не варто відкидати завдання з близьким до нуля значенням індексу складності *p*. Показники такого тесту групуються навколо $p = 0,2 – 0,3$. Класифікація зазначених умовних підгруп може бути здійснена за схемами, поданими на рис. 4.11 та 4.12.

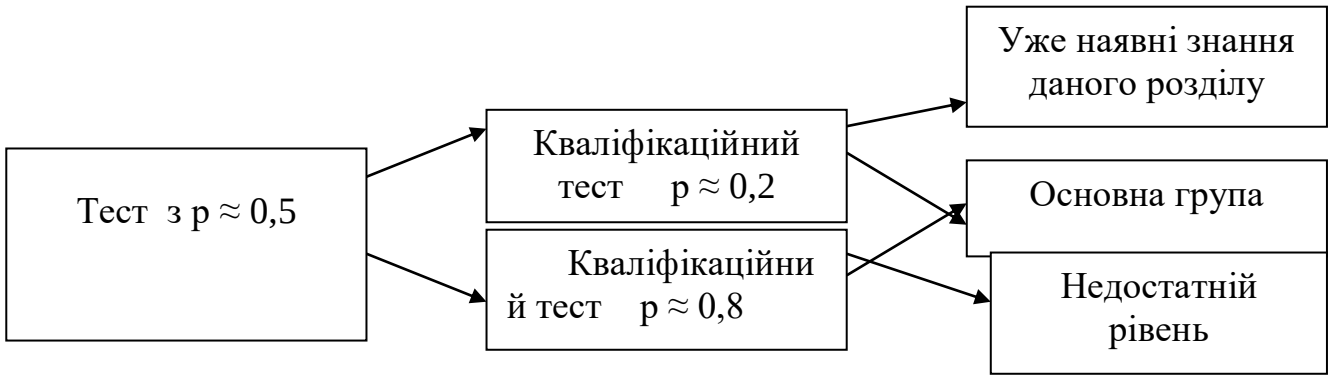


Рис 4. 11. Схема зрізного кваліфікаційного тестування

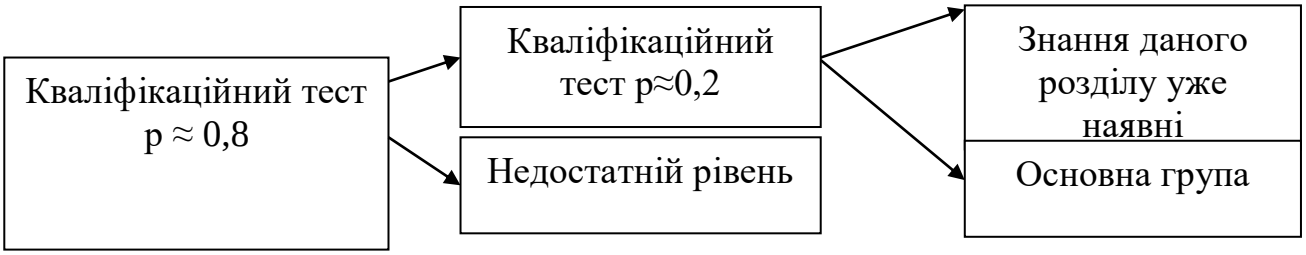


Рис 4. 12 . Схема зрізного кваліфікаційного тестування

Таким чином, вихідний контроль виявляє рівень підготовки студента до початку освоєння курсу навчальної дисципліни, допомагає розподілити студентів на різнорівневі групи за психолого-педагогічними характеристиками з метою диференціації та індивідуалізації навчання. Цей тип контролю характеризує рівень здатності студента до процесу навчання і є ефективним засобом підвищення продуктивності навчання завдяки актуалізації необхідних для розуміння та

засвоєння навчального матеріалу знань базового (за середню школу) курсу фізики, а також засобом "вирівнювання" показників успішності.

4.4. Статистичний аналіз результатів оцінювання успішності за шкалою ECTS

Статистичний аналіз оцінювання результатів успішності дає змогу отримати відповіді на ряд важливих питань, що стосуються оцінювання рівня знань студентів. Адже сам факт використання шкали ECTS не є гарантією того, що потенційні її переваги стануть практичними надбаннями. Яких вимог слід дотримуватися при впровадженні шкали? Які до цього є перестороги? Пошук відповідей спонукав автора до дослідження, яке базується на статистичній обробці результатів оцінювання успішності студентів медичного університету, що навчаються за КМСОНП. Систематичний аналіз статистичних даних є невід'ємною для вдосконалення системи оцінювання складовою (рис. 4.13).

Проведення більшості моніторингових обстежень відбувалося за такими п'ятьма етапами, які органічно поєднані між собою і в здебільшого перехрещуються один з іншим: ініціювання моніторингу; підготовка до його проведення; збір та аналіз даних; узагальнення й оприлюднення результатів; вироблення стратегії змін щодо розвитку системи оцінювання.

При оцінюванні успішності в системі медичної освіти вибрані такі вихідні положення: рейтингова шкала має 200 балів (див. рис. 4.1), кумулятивний показник дорівнює сумі балів, отриманих при оцінюванні поточної успішності і підсумкового модульного контролю; первинні показники (бали поточної успішності і ПМК) визначаються перерахунком балів традиційної шкали; ранжування проводиться за середнім балом з дисципліни; обов’язковим є оцінювання на кожному із занять. Нами досліджувалися різні вибірки (ті, що містять лише студентів, які навчаються за держзамовленням, такі, що містять студентів, які навчаються за двома формами, тощо) з різних навчальних дисциплінах, хоч основна увага приділялася саме

дисциплінам фізико-математичного циклу. Загалом досліджувалися результати оцінювання успішності 925 студентів з п’яти різних навчальних дисциплін.

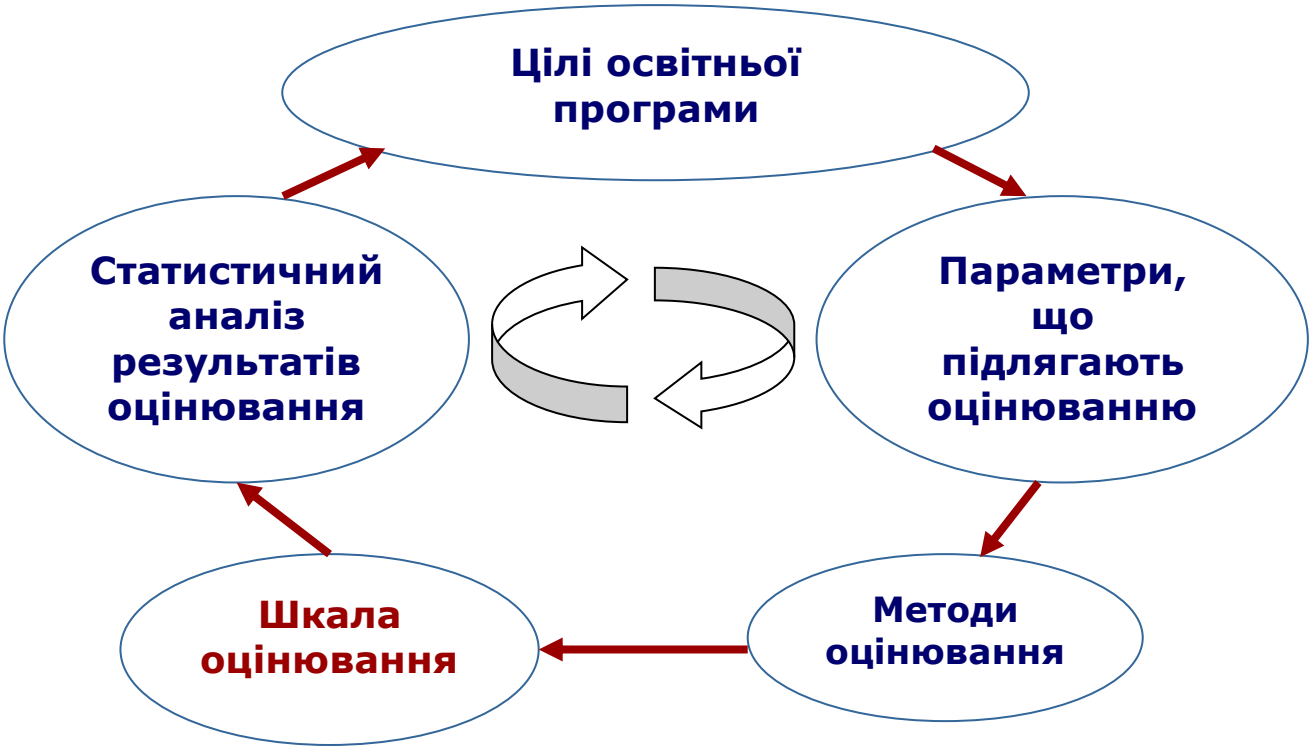


Рис. 4.13. Схема механізму безперервного вдосконалення системи оцінювання

За методом Пірсона перевірялась гіпотеза про закон розподілу кумулятивного показника (середнього балу за модулі з дисципліни по 200-бальній шкалі), який в більшості випадків був близьким до нормального. Визначалось положення вибіркового середнього $\overline{X}$ (зазвичай цей параметр містився у діапазоні, що відповідає оцінці „С”), порівнювались значення вибіркового середнього $\overline{X}$, медіани та моди. Діапазон первинних балів, які відповідають одній оцінці ECTS, подавався у частках стандартного відхилення. Аналізувались значення коефіцієнтів кореляції між результатами оцінювання споріднених навчальних дисциплін та різних модулів однієї і тієї ж самої навчальної дисципліни. Оскільки коефіцієнт кореляції є мірою узгодженості між двома множинами показників, то він служив свідченням надійності отриманих результатів.

Щоб кількісно оцінити відмінність отриманого емпіричного розподілу від нормального, розраховували асиметрію, яка є відношенням центрального моменту третього порядку до куба стандартного відхилення:

$$A_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^3 .$$

Здебільшого „довга" частина кривої розміщувалася справа від математичного сподівання і асиметрія була додатна ($A_s > 0$). У деяких випадках асиметрія була від'ємна ($A_s < 0$), „довга" частина кривої розміщувалася ліворуч. Про суттєвість порушення симетрії кривої можна судити за модулем A_s (для симетричного розподілу A_s=0). Зазначимо, що саме асиметрія розподілу кумулятивного показника призводить до втрати найголовнішої переваги шкали ECTS: відмінності у балах не свідчитимуть про реальні відмінності у рівні знань. Ця проблема значно посилюється при надмірній „крутості" чи пологості кривої розподілу. Кількісною мірою такої аномалії є ексцес, який визначали за формулою

$$E_k = \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^4$$

Додатний ексцес означає, що крива має більш високу та гостру вершину, ніж нормальна; від'ємний – про більш низьку та плоску. У більшості випадків ексцес був від'ємним.

Отримані результати свідчать про успішне в цілому впровадження шкали ECTS у систему медичної освіти. Аналіз наявних відхилень кривої розподілу кумулятивного показника від нормальної кривої є досить корисним – він допомагає виявити умови, що спотворюють форму кривої та спрогнозувати, які корективи потрібно внести в систему оцінювання.

Одним із чинників, які зумовлюють асиметрію та ексцес кривої розподілу є сумісне використання як традиційної шкали, так і шкали ECTS. Ці шкали побудовані на принципово різних підходах: традиційна (4-бальна) шкала по суті є критеріальною стосовно обсягу матеріалу, який належить засвоїти, а шкала ECTS, як уже зазначалося, – нормативною. До недоліків сумісного використання традиційної шкали та ECTS варто віднести також огрублення результатів та появу

систематичної похибки у бік заниження середнього бала при конвертуванні оцінки ECTS у традиційну. Цей недолік особливо відчутний при призначенні стипендії, яка нараховується за середнім балом з дисциплін, вивчення яких завершується в даному семестрі, а також при порівнянні результатів успішності студентів за різні роки.

Щоб зменшити вплив цього фактора, можна відмовитись від традиційної шкали і при первинному оцінюванні використовувати більш гнучку 12-бальну шкалу, або доповнити традиційну шкалу проміжними оцінками типу: 4,5; 3,5; 2,5, або використовувати систематику Блума і виставляти оцінку „незадовільно”, якщо студент не досяг жодного з таксономічних рівнів, при досягненні лише першого рівня (knowledge: recall data or information) виставлятиметься оцінка „недостатньо”; досягнення п’яти інших таксономічних рівнів може бути співвіднесено з п’ятьма позитивними оцінками шкали ECTS: "відмінно", "дуже добре", "добре", "задовільно", "допустимо".

Важливою передумовою впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу є також розробка єдиних вимог до оцінювання в межах навчальної дисципліни та заходів, які забезпечували б їх дотримання. Адже при КМСОНП оцінка за шкалою ECTS залежить не лише від того, які знання має даний студент і яким чином оцінювалася його навчальна діяльність, а й від того, як були оцінені знання інших студентів з даної дисципліни. Пояснимо на прикладі. Припустимо студент має поточні оцінки „4” та „5” і набрав суму балів за модуль 150 – 170. Це досить хороший результат. Однак в іншій групі „надзвичайно добрий” викладач оцінив всіх високо і переважна більшість студентів такої групи отримала 180 – 200 балів. У результаті студент, що навчався наполегливо у вимогливого викладача і мав поточні „4” та „5”, потрапляє в групу „С”, тобто отримує підсумкову оцінку з дисципліни – „3” за традиційною шкалою. Шкала ECTS є чутливою до таких „колективних ефектів” і, якщо вимоги до оцінювання у одного або кількох викладачів кафедри істотно різняться, існує загроза отримати досить спотворену загальну картину. Ця проблема актуальна, якщо один і той же курс одночасно веде значна кількість викладачів, що є типовим для медичних університетів (наприклад, курс "Медична та біологічна фізика" одночасно вивчає більше ніж 500 студентів і в

процесі викладання бере участь 15 – 17 викладачів – професорів, доцентів, асистентів) і потребує розробки певних заходів щодо стандартизації вимог у межах навчальної дисципліни. Не потрібно особливо піклуватися про єдність вимог до оцінювання на різних кафедрах, оскільки шкала ECTS автоматично їх вирівнюватиме. Однак єдність вимог у межах **однієї** кафедри є необхідною передумовою впровадження кредитно-модульної системи. Важливу в цьому аспекті інформацію можна отримати на основі розрахунку коефіцієнтів кореляції результатів оцінювання між спорідненими навчальними дисциплінами або різними модулями однієї і тієї ж самої навчальної дисципліни. Це цілком закономірно, тому що коефіцієнт кореляції є мірою узгодженості між двома множинами показників і свідченням надійності отриманих при оцінюванні результатів.

Безумовно, існують об’єктивні фактори, через які первинні показники можуть значно відхилятися від нормального закону розподілу. Які саме? Насамперед у вищій освіті нашої країни існує дві форми навчання (контрактна, держзамовлення). Контрактна форма навчання посилює об’єктивно існуючі відмінності у початковому рівні знань, що дозволяє зробити припущення про наявність двомодального розподілу первинних показників успішності (це припущення підтверджується результатами аналізу зрізного тестування, яке традиційно проводиться на кафедрі медичної та біологічної фізики). З часом відмінності у рівні знань згладжуються, однак на перших курсах вони є істотними. Варто зазначити, що відмінності у рівні знань студентів, які навчаються за різними формами, на сьогодні значно менші, ніж, скажімо, п’ять-шість років тому, і має місце тенденція до поступового їхнього нівелювання.

І ще одна, типова для нас проблема, типова настільки, що стала майже нормою, – "списування" (успадкований недолік життя за подвійними стандартами). Ця проблема абсолютно відсутня у європейській та американській системі освіти, тому є „terra incognita” для розробників стандартизованих методів оцінювання. З метою запобігання списуванню варто розробити систему спеціальних заходів:

– студенти повинні знати, що за нової системи оцінювання кількість „гарних” оцінок обмежена: у середньому на групу із 15 студентів оцінок „А” – 1-2 (10 %), „В” – 3- 4 (25 %);

– списування обмежується певними адміністративними мірами. Наприклад, позбавляє права на перескладання (такий пункт є у контрактах більшості американських навчальних закладів) або в навчальну картку студента вноситься словесна характеристика – „нечесний” (цей підхід також є типовим для американської освіти);

– завдання, за якими проводиться оцінювання, повинні бути зорієнтовані на розуміння суті явищ, знання фундаментальних законів та закономірностей і вміння їх використовувати при вирішенні фахових проблем, а не на запам’ятовування числових значень, дат тощо.

Накопичувальна рейтингова система передбачає наявність однакової кількості первинних оцінок у кожного з студентів. Ця проблема може вирішуватися по-різному: проведенням тематичного обліку знань як це прийнято у середній школі, обов’язковим оцінюванням поточної успішності на кожному занятті, оцінюванням окремих видів навчальної діяльності – самостійна робота, знання теоретичного матеріалу, вміння розв’язувати задачі різного рівня складності, виконання лабораторних робіт, виконання творчих робіт науково-дослідного характеру тощо. В експерименті, який проводиться в системі медичної освіти з 2004 року, прийнято другий із трьох зазначених підходів – обов’язкове оцінювання поточної успішності на кожному занятті. Цей підхід, окрім очевидних переваг, на думку автора, має і недоліки:

– обов’язкове отримання оцінки на кожному занятті нівелює до певної міри значимість цієї оцінки, оскільки таке оцінювання складно зробити глибоким та всебічним;

– доводиться здебільшого опитування проводити у письмовій формі (тестування, фізичний диктант, написання есе на задану тему, розв’язування задач тощо) і тому студенти не набувають навичок, які формуються при їх роботі перед аудиторією: у розв'язуванні задач, усному викладі матеріалу, наукового

спілкування, вміння виступати з доповіддю, дискутувати, аналізувати чужі міркування тощо.

На думку автора, підходи до розв'язання цієї проблеми, так само як і розробку єдиних вимог щодо оцінювання в межах навчальної дисципліни, варто делегувати безпосереднім учасникам навчального процесу – викладачам кафедр.

Нарахування стипендії здійснюється за середнім балом успішності з дисциплін. Оцінка за шкалою ECTS не має числової природи і тому не можна обраховувати її середнє значення. Ця проблема потребує окремого вирішення і принципово інших підходів.

Намагання дотримуватись букви закону ставить під загрозу дух реформи, яка передбачала зменшення частки гуманітарних та соціально-економічних дисциплін. За підсумками першого семестру саме роль цих дисциплін є визначальною в успішності студентів (середній бал, стипендія тощо). Потрібно або ввести вагові коефіцієнти для дисциплін різних циклів, або вжити інших заходів (наприклад, можна з гуманітарних дисциплін при нарахуванні стипендії враховувати єдину інтегральну оцінку).

При плануванні та адмініструванні навчального процесу варто пам'ятати, що підхід до керування, який базувався на уявленнях про лінійне функціонування природних та суспільних систем і відповідав схемі "керуюча дія $\rightarrow$ бажаний результат", відійшов у минуле. На сьогодні домінуючим є підхід до системи освіти як відкритої і нелінійної. На думку автора, дуже важливо зберегти відкритість на усіх рівнях як важливий елемент самоподібності структури, делегуючи більше повноважень безпосереднім учасникам навчального процесу. Фактор самоподібності є визначальним в механізмі самоорганізації (тобто в механізмі самовільного виникнення відносно стійкого стану), а управління складними системами дає бажані результати лише при свідомому врахуванні принципів їхньої самоорганізації.

Висновки до розділу 4

1. Розроблено логіко-структурну модель організації системного моніторингу навчальних досягнень студентів при вивченні фізико-математичних дисциплін у медичному університеті, яка базується на дослідженні динаміки результатів навчання, виявленні тенденцій у навчальному процесі та чинників, які їх зумовлюють, внесенні коригуючих змін у систему оцінювання. Реалізація моніторингу передбачає розробку та вибір методу оцінювання; оптимальної шкали (однієї чи декількох) оцінювання; визначення змістового компонента, який підлягає оцінюванню.

2. З метою вибору оптимального варіанта поєднання шкал оцінювання успішності студентів в умовах КМСОНП проведено аналіз поширених у світовій практиці шкал оцінювання з позицій підходу до їх формування. Зважаючи на той факт, що шкала ECTS, побудована на нормативному підході, а традиційна на критеріальному, досліджена доцільність їх сумісного використання та правомірність конвертування оцінки за однією із шкал в оцінку за іншою при модульно-рейтинговій системі оцінювання. Аналізуються альтернативні варіанти поєднання шкал (у відповідність оцінці традиційної шкали ставиться не бал, а діапазон балів: можливість використання систематики Б. Блума, шість таксономічних рівнів якої органічно накладається на семибальну шкалу ECTS, можливості впровадження досвіду Польщі та Словаччини, де при первинному оцінюванні використовують більш гнучку традиційну шкалу, що доповнена проміжними оцінками: 4,5; 3,5; 2,5). Обґрунтована доцільність підходу, який не передбачає конвертації оцінки за шкалою ECTS в традиційну оцінку.

3. Удосконалено методику оцінювання успішності студентів при вивченні фізико-математичних дисциплін введенням у специфікацію показників, які охоплюють різні види навчальної діяльності студентів і характеризують рівень сформованості фахово важливих компетенцій. При розробленні методик оцінювання особлива увага приділена забезпеченню об’єктивності через встановленням

основних характеристик: валідності, надійності, розрізнювальної здатності. Розроблені практичні рекомендації щодо встановлення цих характеристик.

4. На основі статистичного аналізу результатів оцінювання успішності виявлено передумови, відсутність яких ускладнює впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу та оцінювання успішності за шкалою ECTS: розробка єдиних вимог до оцінювання в межах навчальної дисципліни та заходів, які забезпечували б їх дотримання; відповідність показників, що оцінюються, з навчальною програмою; виявлення чинників, які зумовлюють відхилення закону розподілу кумулятивного показника від нормального, та пом’якшення їх впливу; проведення заходів спрямованих на підвищення початкового рівня знань студентів з фізики та математики і забезпечення близької до нормальної емпіричної криво розподілу початкового рівня знань; обов'язкове та своєчасне інформування студентів про їхні результати на кожному етапі навчання задля підвищення продуктивності організуючої, прогностичної та стимулювальної функції оцінювання.

5. Розроблені рекомендації щодо розширення спектра оцінювальних процедур, з метою більш повного охоплення видів навчальної діяльності. Оцінювання індивідуальної науково-дослідної роботи студентів рекомендується здійснювати на базі студентського портфоліо, яке містить індивідуальний, персонально підібраний пакет матеріалів про освітні результати у вигляді певних продуктів: наукових розробок, публікацій, рефератів, інших продуктів навчально-пізнавальної діяльності студента, а також оцінювальних інформаційних матеріалів від зовнішніх джерел: педагогів, наукових та громадських організацій (відгуків, рецензій, нагород тощо).

6. Систематизовані основні вимоги щодо створення тестів рівня знань: змістове наповнення тестових завдань має відповідати поставленій меті і бути валідним щодо змісту програмового матеріалу, який підлягає оцінюванню; завдання тесту мають складати репрезентативну вибірку відносно всієї сукупності завдань; всі завдання тесту мають бути валідними; рівень складності завдань детермінується метою тестування і має визначатися емпірично на основі результатів пробного тестування (між оцінками рівня складності, зробленими викладачем та студентом, існує досить

слабкий кореляційний зв'язок); формування тесту здійснюється лише після статистичного аналізу емпіричних результатів пробного тестування (на практиці придатними виявляється 50 % – 60 % всіх завдань); складаючи дистрактори (неправильні відповіді до тестових завдань), потрібно орієнтуватися на типові помилки, з метою виявлення яких доцільно проводити пробне тестування на основі завдань з відкритою формою відповіді; у тесті має бути достатня для об’єктивного оцінювання кількість завдань; завдання тесту мають спрямованість на генерацію нових знань (e-learning) .

РОЗДІЛ 5
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ГНУЧКОЇ ВІДКРИТОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН У МЕДИЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

5.1. Організація і методика проведення педагогічного експерименту

Проведене нами педагогічне дослідження тривало впродовж 14 років, з 1993 по 2007 рік. Для його організації та обробки отриманих результатів використовувалися рекомендації, наведені в роботах [1, 7, 9, 26, 45, 60, 70, 77, 89, 90, 106, 198, 226], а також підходи, які є авторськими розробками дисертанта. У дослідженні можна виділити чотири основні етапи педагогічного експерименту, при цьому деякі види досліджень мали місце на декількох етапах.

Перший етап – аналітично-констатувальний (1994–2004) експеримент.

Другий етап – пошуковий (1997 – 2005) експеримент.

Третій етап – формувальний (2000 – 2006) експеримент.

Четвертий етап – завершально-коригувальний (2004 – 2008) експеримент.

Головна мета експерименту полягала в перевірці гіпотези дослідження і підтвердженні ефективності та результативності розробленої методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін студентів медичних університетів на основі аналізу кількісних і якісних показників навчання. Проведення педагогічного експерименту передбачало:

- розробку рекомендації щодо забезпечення інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів при використанні гнучкої дидактичної системи навчання фізико-математичних дисциплін у медичних університетах;
- створення засобів підтримки особистісно орієнтованої системи навчання медичної та біологічної фізики та вищої математики;
- розробку критеріїв та засобів перевірки засвоєння знань, навичок та умінь

студентами;

- проведення кількісного та якісного аналізу результатів педагогічного експерименту.

Експериментальне обґрунтування ефективності методичної системи у частині вдосконалення змісту та форм навчання, розробки засобів інтенсифікації навчального процесу та комплексу діагностики знань здійснювалося за такими основними напрямками:

- організація експериментально-дослідницького навчання;
- аналіз організаційних, структурних і змістових змін під час вивчення курсів "Медична та біологічна фізика" і "Вища математика" та їх впливу на рівень знань студентів вищих медичних навчальних закладів і вплив цих знань на фахову підготовку та їхню майбутню фахову діяльність;
- аналіз результатів оцінювальної діяльності викладачів, що працювали за нашими підручниками, навчальними посібниками, методичними розробками, рекомендаціями та іншими навчально-дидактичними матеріалами в умовах зміни системи організації навчального процесу;
- узагальнення даних експертного оцінювання ефективності впровадження гнучкої методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін, яка базується на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів.

У процесі педагогічного експерименту розроблялася та удосконалювалася система педагогічного контролю — перевірка результатів навчання, яка виконувала діагностичну, контрольну, стимулюючу, навчальну, розвивальну і виховну функції. Педагогічний контроль ґрунтувався на об'єктивних критеріях, був простим, зручним і ефективним. З одного боку, педагогічний контроль визначав стан опанування студентами навчальної дисципліни “Медична та біологічна фізика”, а з іншого – результати цього контролю свідчили про ефективність викладання і вивчення цієї дисципліни та відповідної методичної системи навчання.

Використовувалися такі види педагогічного контролю:

- поточний контроль, що здійснювався під час кожного практичного

(семінарського) або лабораторного заняття;

- тематичний контроль, який здійснювався після вивчення певної теми навчального матеріалу;
- підсумковий модульний контроль, пов'язаний з перевіркою опанування студентами навчального модуля;
- підсумковий контроль — іспит, комплексна контрольна робота, тестування.

Експериментом було охоплено понад 2000 студентів, 35 викладачів, науковців, учителів фізики. Заняття проводили викладачі кафедр медичної та біологічної фізики з використанням класичних та інноваційних засобів навчання.

Під час проведення експериментальної роботи застосовувалися такі методи:

- діагностичні (анкетування, інтерв'ювання, бесіда, тестування, самооцінювання та рейтинг, узагальнення незалежних характеристик)
- обсерваційні (пряме, непряме та тривале спостереження за навчальним процесом, спостереження та аналіз методики навчання під час відвідування занять, метод фокус-груп),
- аналіз робочих програм із курсу "Медична та біологічна фізика", "Вища математика" та програм інших природничо-наукових та фахових дисциплін, що вивчаються у медичному університеті; програм шкільного курсу фізики, математики та біології, підручників та навчальних посібників з медичної та біологічної фізики; індивідуальних планів викладачів та іншої документації кафедр;
- дослідне викладання;
- експертне оцінювання
- статистичні методи.

При складанні анкет ми дотримувалися основних вимог до їх змісту, зокрема, для підвищення надійності і достовірності опитування до анкети включалося не одне запитання, а група запитань, спрямованих на виявлення думки з приводу певного припущення. Інтерв'ювання проводилося як для уточнення результатів анкетування, так і для збирання незалежної від анкетування інформації. Проводилися як індивідуальні бесіди з викладачами, так і групові, ефективно

використовувався метод фокус-груп. При реєстрації відповідей інтерв'ювання та анкетування використовувалися загальноприйняті методи.

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

При проведенні порівнювального експерименту виявлялася відмінність між показниками ефективності навчання студентів контрольних та експериментальних груп і оцінювалася значущість різниці цих показників на рівні значущості $\alpha = 0{,}05$. В усіх без винятку експериментах перевірялася гіпотеза стосовно закону розподілу, а потім здійснювався вибір критерію для перевірки гіпотез стосовно параметрів цього розподілу. Вибираючи критерій ми враховували, що за нормального розподілу непараметричні критерії мають меншу потужність, ніж відповідні параметричні, тому у випадку нормально розподілених величин використовували саме параметричні критерії: *t*- критерій Стьюдента або критерій "χ^2", метод множинних порівнянь Шеффе. Якщо ж закон розподілу відрізнявся від нормального або показники мали дискретні шкали, то використовувалися непараметричні критерії – W-критерій Вілкоксона, U-критерій Вілкоксона–Манна–Уітні, який є непараметричним аналогом *t*-критерію Стьюдента для перевірки рівності середніх значень і застосовний за умови рівності дисперсії вибірок, що належать до однієї генеральної сукупності. У деяких випадках перевіряли гіпотезу про рівність медіан, враховуючи, що для розподілів, відмінних від нормального, медіана є більш стійкою та коректною оцінкою положення центру розсіювання, ніж середнє значення.

Обстеження результатів навчальної діяльності проводилося за такими варіантами:

– паралельний експеримент (триразове обстеження з контрольною групою);

– послідовний експеримент (триразове обстеження без контрольної групи).

Найчастіше використовувався саме паралельний експеримент, інколи ми вдавалися також і до перехресного експерименту з псевдоконтрольною групою.

5.2. Сучасний стан проблеми: аналіз результатів констатувального педагогічного експерименту

На *першому етапі* (1994–2004 рр.) здійснювалося аналітично-констатувальне дослідження. За мету ставилося:

- вивчення генезису проблеми шляхом аналізу вітчизняної і зарубіжної психолого-педагогічної літератури;
- діагностування стану вивчення дисциплін фізико-математичного циклу в медичних університетах, зокрема оцінювалася доступність навчально-програмового та інформаційного забезпечення, а також визначався вихідний рівень знань та практичних умінь майбутніх лікарів з фізико-математичних дисциплін;
- формування та уточнення понятєво-термінологічного апарату;
- забезпечення наукового співробітництва з навчальними базами дослідження – адміністрацією, професорсько-викладацьким складом, студентами; підготовка педагогів до діяльності в режимі педагогічного експерименту.

Дослідження на кожному етапі проходило у кількох основних напрямках. Перший напрямок констатувального експерименту спрямовувався на ґрунтовний аналіз літератури в галузі методики навчання дисциплін фізико-математичного циклу у вищих навчальних закладах освіти, особлива увага акцентувалася на природничих, але нефізичних спеціальностях і, зокрема, системі медичної освіти. Ці дослідження тривали впродовж усіх етапів, проводився аналіз вітчизняних та зарубіжних навчальних програм, навчальних планів, підручників, навчальних посібників, дисертаційних досліджень тощо.

Дослідження психолого-педагогічного аспекту проблеми базувалось на використанні діагностичних (анкетування, інтерв'ювання, бесіда, тестування, самооцінка та рейтинг, узагальнення незалежних характеристик), обсерваційних (пряме, непряме та тривале спостереження), праксиметричних (аналіз продуктів діяльності) та статистичних методів обробки результатів.

Аналіз літературних джерел засвідчує, що проблема навчання фізики у вищих навчальних закладах природничого, але нефізичного профілю досліджена надзвичайно мало. Це створює великі труднощі як у впровадженні новацій, так і в розвитку традиційних підходів до навчання.

Невисока питома вага загальноосвітніх дисциплін зумовлює недостатній рівень засвоєння теоретичного матеріалу та необґрунтоване перевантаження студентів при вивченні фахово зорієнтованих навчальних дисциплін. На вивчення біологічної та медичної фізики, як і на деякі інші природничо-наукові фундаментальні дисципліни, відведено 5,5 кредита (165 годин). Така ситуація має місце не лише у медичному університеті, а й на природничих (нефізичних) спеціальностях класичних університетів. Додаткові труднощі створюють і різні концептуальні підходи до конструювання змісту навчальних дисциплін, методології їх вивчення, структурування навчального матеріалу.

Іншою загальновизнаною проблемою є відсутність науково обґрунтованого механізму планомірного вилучення та ущільнення застарілої і другорядної інформації. Невпинне зростання обсягу інформації зумовлює розширення навчальних програм. Скорочення фактичного навчального матеріалу часто проводиться безсистемно – вилученням окремих тем або, що вкрай невиправдано, скороченням навчального часу на його засвоєння. Необхідність у стислі терміни подати велику кількість різнопланових відомостей є чи не найгострішою проблемою інтегративних курсів. Як цьому протистояти? Розробка нових форм подачі навчального матеріалу, адекватних до умов навчання, є актуальною і невідкладною проблемою.

Надмірно скорочений та максимально адаптований до фахових проблем курс фізики практично не здатний забезпечити світоглядний компонент. При огляді наукових робіт у фахових медичних виданнях насамперед впадає в очі низька питома вага фізичних та математичних викладок у наукових працях вітчизняних фахівців-медиків порівняно з їх зарубіжними колегами. Важко не погодитись з тезою автора [22], що вітчизняним медикам "…незвично мислити такими категоріями, як популяція, ймовірність розподілу, нульова гіпотеза. Крім

цього, лікарі відчувають майже містичний страх перед математичним апаратом, на якому базуються статистичні розрахунки". Про рівень сформованості світоглядного компонента, загальноінтелектуальних умінь та навичок свідчать також результати анкетування, яке проводилося серед студентів-старшокурсників, та результати оцінювання "залишкових знань" з фундаментальних дисциплін при проходженні ліцензійного іспиту "Крок-1" та "Крок-2".

Озброєння методологією наукового пізнання, яка формується при вивченні фундаментальних природничо-наукових дисциплін і визначальною мірою при вивченні фізико-математичних дисциплін, – важливий аспект фундаментальної підготовки фахівців медичного профілю. Фізичне знання плідно синтезує експериментальні та теоретичні методи дослідження біологічних об’єктів та явищ. Фізика є природною частиною загальнолюдської культури, без неї неможливе адекватне сприйняття навколишнього світу; руйнування цього культурного пласта неодмінно призведе до деформації суспільної свідомості.

З метою діагностування стану вивчення дисциплін фізико-математичного циклу в медичних університетах у ході констатувального етапу педагогічного експерименту досліджувалася ефективність та результативність традиційних методичних систем навчання фізиці студентів медичних університетів.

Як показує аналіз поточної успішності студентів різних груп, традиційна система навчання не здатна забезпечити ритмічну роботу студентів упродовж усього семестру. Зокрема, проводилося порівняння екзаменаційної оцінки та середньої арифметичної всіх отриманих студентом оцінок на поточних заняттях протягом семестру для студентів 18 груп медичного факультету (296 студентів) 1997/98 навчального року та всіх студентів стоматологічного факультету 1998/99 навчального року. Експеримент засвідчив, що у майже 70 % (67,8 %) студентів середня арифметична оцінка була істотно нижчою, ніж екзаменаційна. Оскільки приблизно таке ж співвідношення було характерним для студентів інших груп, це дає можливість відхилити припущення про роль особистісного фактора екзаменатора та викладача, що проводив поточні навчальні заняття, і припустити,

що така закономірність зумовлена насамперед відсутністю систематичної роботи студентів впродовж семестру.

В останні десятиріччя очевидно простежується тенденція погіршення рівня знань випускників шкіл із природничих дисциплін. Одним із суттєвих недоліків середньої освіти є перевантаженість чинних програм та зумовлена цим нереальність поставлених завдань. Ці недоліки породжують інші у системі професійної освіти. На основі статистичного аналізу результатів тестового контролю базового рівня знань (так зване зрізове опитування) можна зробити висновки про зниження рівня знань фізики із середини 90-х років XX століття. За нашими даними, найкритичнішою була ситуація в 1998-2002 рр. (рис. 5.1). Для підтвердження або заперечення припущення про рівень знань базового курсу фізики аналізувалися також результати вступних іспитів. Проведені розрахунки (досліджувалась вибірка обсягом 356 студентів) засвідчили наявність сильного (r = 0,7– 0,8) кореляційного зв'язку між цими параметрами.

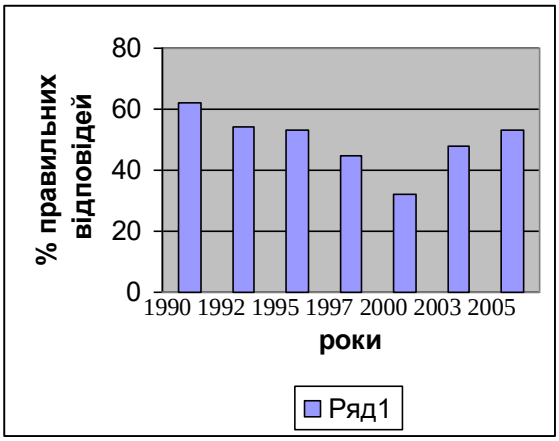


Рис. 5.1. Результати тестового контролю базового рівня знань з фізики студентів першого курсу НМУ ім. О.О. Богомольця в різні роки

Основною причиною ситуації, що склалася в зазначений період, на наш погляд, стало скорочення годин на вивчення фізики в навчальних планах середніх шкіл. Так, у 1990/91 навчальному році на вивчення фізики і астрономії було відведено 10,1 % від загальної кількості годин [257], а в 1995/96 навчальному році – 8,3 % [258]. Останні декілька років спостерігається незначне, але стабільне покращення рівня знань з фізики абітурієнтів, що вступають до НМУ ім..

О.О.Богомольця. У проведеному автором експерименті використовували тести, відповіді на які потребували знань з основних розділів шкільного курсу фізики. Дати тестування були різними: або перше заняття з курсу на початку вересня, або після вивчення розділу "Вища математика", тобто на початку жовтня. Порівняння вибіркових середніх (середньої кількості тестових завдань, на які були надані правильні відповіді) та дисперсій засвідчило, що при тестуванні у жовтні вибіркове середнє має більше значення, а дисперсія є меншою, ніж при тестуванні на першому занятті.

Для встановлення форми закону розподілу результатів тестування вхідного рівня будувалися гістограми, на основі яких робилися припущення про вид розподілу, висловлена гіпотеза перевірялась у подальшому методом Пірсона. Перевірка здійснювалася за допомогою програми Excel з використанням стандартної функції NORMSAMP_1. Практично у всіх випадках результат був негативним. Подальші дослідження засвідчили наявність двомодального (рис. 5.2) розподілу та істотну диференціацію студентів за рівнем знань.



Рис. 5.2. Гістограма розподілу частки правильних відповідей студентів НМУ ім. О.О. Богомольця при зрізному тестуванні з фізики 1998/99 навчальному році.

З метою встановлення факторів, що зумовлюють таку форму емпіричної кривої щільності розподілу, проводилася перевірка вибірки на однорідність. Окремо аналізувалися емпіричні криві щільності розподілу для студентів різних спеціальностей, сільської молоді та випускників шкіл м. Києва, дівчат та юнаків тощо. Встановлено, що основним чинником, який впливає на форму кривої

щільності розподілу результатів зрізного тестування студентів, є форма навчання: держзамовлення або контракт. Вибірки, до яких увійшли студенти, що навчаються за однією з вказаних форм, були, як правило, однорідними і мали близький до нормального закон розподілу. Аналіз результатів таких досліджень за останні 15 років засвідчив наявність чіткої тенденції до вирівнювання показників тестування студентів, що навчаються за контрактом та за держзамовленням, а також наближення закону розподілу показників тестування для узагальненої вибірки (репрезентативної – такої, що до неї з однаковою ймовірністю міг потрапити будь-який студент-першокурсник) до нормального. Однак такий розподіл характеризувався значним ексцесом, причому в переважній більшості ексцес був від'ємним (див. Додаток).

Порівняльний аналіз навчальних програм з фізики за середню школу та програми курсу "Медична та біологічна фізика" засвідчує, що базовий курс фізики середньої школи є недостатнім для системного викладу програмового матеріалу курсу "Медична та біологічна фізика". Вивчення фізичних основ методів діагностики, методів впливу електричного та магнітного полів на живі організми, дослідження фізичних процесів, що відбуваються у живих організмах, вимагають наявності знань, які традиційно належать до курсу "Загальна фізика". Тому виникає потреба у створенні умов для інтенсифікації процесу самостійного вивчення фізики у вищому медичному навчальному закладі, органічному поєднанні професійно орієнтованих знань курсу "Медична та біологічна фізика" із знаннями фундаментальних фізичних принципів та законів, тобто знаннями, що традиційно вивчаються у курсі "Загальна фізика".

Як засвідчує проведений у підрозділі 1.4 аналіз, університети різних країн зазвичай пропонують близькі за змістовим наповненням навчальні програми, що базуються на багаторічних традиціях та досвіді, однак, студенти приймають рішення про вступ до того чи іншого навчального закладу, виходячи з перспектив працевлаштування, кар’єрного росту, можливості самореалізації. Рейтинг окремого університету значною мірою визначається успішністю його випускників, а також системою контролю, яка унеможливлює отримання диплому слабкими та

недостатньо підготовленими студентами. За оцінками МОН України, НМУ імені О.О. Богомольця займає першу позицію серед навчальних закладів медичного профілю України, та третю серед усіх навчальних закладів III та IV рівня акредитації. Проте задекларована мета – досягнення європейських стандартів освіти – потребує прискіпливого та критичного аналізу не лише здобутків, а й проблем.

На думку вчених [251,с.42], дистанція між вітчизняною та світовою медичною освітою в останні роки більша, ніж 15 років тому. Так, наприклад, педагогічне навантаження на викладачів в НМУ імені О.О. Богомольця за даними навчального відділу є таким:

Таблиця 5.1

Педагогічне навантаження викладачів

Навчальний рік	Завідувач кафедри	Професор	Доцент	Асистент
1989/1990	540	680	720	820
1993/1994	540	640	720	800
1996/1997	700	820	900	1000
2002/2003	600	720	790	860
2004/2005	660	780	840	900

В об’єднаній Європі (залежно від країни) співвідношення викладач/студент складає 1: (4 – 5), в Україні згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 17.08.2002 р. для напрямку "Медицина" – 1:8, хоча в 1993/94 навчальному році було 1 : 6.

Оскільки базою для вивчення курсу "Медична та біологічна фізика" є не лише шкільний курс фізики, а й курс математики, проводився також аналіз базового рівня знань першокурсників і з цієї дисципліни та окремих її розділів. Тут спостерігалися дещо інші тенденції. Проведене дослідження засвідчило зростання рівня стохастичної культури школярів. За даними анкетування першокурсників НМУ ім. О.О.Богомольця, проведеного у 2005 р., при довузівській підготовці вивчали стохастику 77 % респондентів, з них 63 % продемонстрували достатній рівень знань відповідно до програми середньої школи. Згідно з результатами аналогічного анкетування, проведеного у 2000 р., лише 23 % першокурсників були знайомі з елементами теорії ймовірностей та математичної статистики. Вибірки в різні роки

були різними і охоплювали 80 – 100 студентів, вони були репрезентативними щодо сукупності студентів медичного університету, але нерепрезентативними щодо рівня знань випускників шкіл, однак дозволяють відслідковувати тенденції, що спостерігаються в освіті.

Дослідження стосувалися також і рівня комп'ютерної грамотності. Наприклад, за даними анкетування 2005 р., з програмою Excel знайомі 74 % студентів-першокурсників, з них 60 % мають достатній для користувача рівень.. У 1999 р. ці показники не перевищували 7 %.

Педагогічний експеримент засвідчив, що наявна методика викладання є недостатньо ефективною. Обсяг навчального матеріалу не зменшився, кількість інформації з медичної та біологічної фізики зростає високими темпами. Навчальний матеріал курсу не може бути засвоєним якісно за відносно короткі терміни (як правило, протягом одного семестру). Усе це зумовлює необхідність структурування навчального матеріалу на принципово новій основі, ефективного керування самостійною роботою студентів; розроблення системи заходів, спрямованих на підвищення ефективності навчального процесу: особистісно орієнтоване навчання, диференціація підходів та індивідуалізація навчально-виховного процесу, дотримання принципу наступності, систематична діагностика рівня знань та можливостей засвоєння нових знань.

Згідно з рішенням Колегії МОЗ України від 12.05.2004 р. №5 медична освіта в Україні в контексті Болонського процесу має такі недоліки:

- вузька спеціалізація на додипломному етапі: у нас 7 спеціальностей (лікувальна справа, педіатрія, медико-профілактична справа, медична психологія, спортивний лікар, стоматологія, фармація) замість трьох в ЄС (медицина, стоматологія, фармація);
- перевантаженість навчальних планів як за кількістю дисциплін (90 – у нас, 70 – в країнах ЄС), так і за кількістю годин (8381 аудиторна година – у нас, 5500 – в країнах ЄС);
- недостатній обсяг самостійної роботи;
- відсутність індивідуальних навчальних планів студентів;

- "стрічкова система" організації навчального процесу, яка не сприяє клінічній підготовці;
- велике педагогічне навантаження на викладача;
- відсутність власних університетських клінік, низький рівень діагностичних та лікувальних технологій на клінічних базах.

Проведений Міністерством освіти і науки України порівняльний аналіз підготовки фахівців з вищою освітою засвідчив, що сьогоднішня система освіти має суттєві недоліки (за матеріалами колегії МОН України від 24. 04. 2004 р.):

- відсутність систематичної роботи студентів упродовж семестру;
- низький рівень активності студентів та відсутність елементів конкурування в навчанні;
- ризик необ'єктивного оцінювання знань студентів;
- мала можливість вибору студентами навчальних дисциплін;
- значні витрати бюджету часу на проведення екзаменаційних сесій.

Цілком очевидною є необхідність введення якісно нової методології організації навчального процесу, яка б забезпечувала високу якість підготовки завдяки структуруванню навчального матеріалу, об'єктивності та прозорості оцінювання, стимулювання змагання в навчальній діяльності. Такі можливості дає кредитно-модульна система [251, с. 73]:

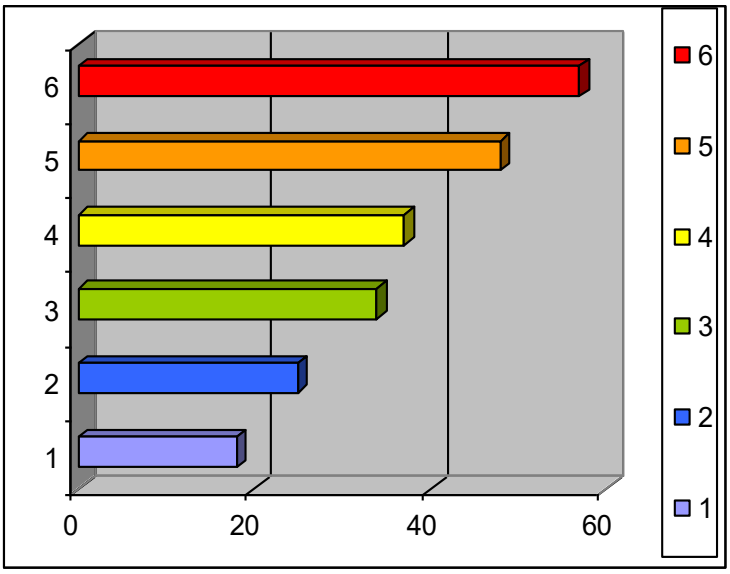
1. Привабливість та конкурентоспроможність вищих медичних навчальних закладів, де студенти будуть рівноправними членами суспільства вищої освіти.
2. Уведення модульного принципу організації навчального процесу та орієнтацію на всіх етапах навчання на програми "європейського змісту".
3. Введення єдиної системи кредитів як одиниці вимірювання педагогічного навантаження та успішного засвоєння, що сприятиме доступу студентів до європейського ринку праці.
4. Досягнення стандартів високої якості підготовки та визнання кваліфікації в країнах ЄС.

Однак цілком логічним є запитання, чому спроба ввести в 1992 р. модульну систему навчання в систему медичної освіти зазнала поразки? На думку авторів [251], основною причиною є нерозуміння "більшістю професорського-викладацького складу" того, що "діюча "стрічкова" система викладання з великою кількістю дрібних дисциплін – це не просто вчорашній день, це шлях в нікуди в освіті " [251, с. 37].

З метою підтвердження чи заперечення такої тези, а також виявлення інших чинників, які зумовили неможливість впровадження кредитно-модульної системи, було проведене опитування викладачів НМУ ім. О.О. Богомольця та інших медичних університетів України (в опитуванні брало участь 138 респондентів з різних кафедр практично всіх медичних університетів України). На думку більшості респондентів, модульно-рейтингова система є прогресивною і її впровадження сприяє підвищенню якості освіти (68 % опитаних), а відповіді на прохання назвати 2–3 основні причини, які гальмували впровадження реформи, розподілились таким чином (рис.5.3):

- слабке фінансування – 57 % ;
- неефективність централізованого управління інноваційними процесами (48 %);
- брак часу – 25 %;
- цілковита прилаштованість до традиційної системи – 18 %;
- заздрість та пересуди колег по роботі – 34 %;
- відсутність обґрунтованих теоретичних розробок – 37 %.

Аналізуючи одержані результати, на наш погляд, варто акцентувати увагу на деяких чинниках. Насамперед – це недостатньою є кількість ґрунтовних теоретичних розробок Як справедливо зауважує В. Кремень: "Масова практика інноваційного руху в освіті з усією гостротою пред’явила рахунок педагогічній науці, її пояснювально-перетворювальному потенціалу. Природне бажання педагогів-новаторів обіпертись на цілісний науковий фундамент виявляється часто-густо незадоволеним через об’єктивну незавершеність сучасного педагогічного знання" [188, с. 80].



- слабке фінансування

- неефективність централізованого управління інноваційними процесами

- відсутність обґрунтованих теоретичних розробок

- заздрість та пересуди колег по роботі

- брак часу

- цілковита прилаштованість до традиційної системи

Рис. 5.3. Чинники, які гальмують впровадження інновацій в системі медичної освіти

Не можна оминути увагою також проблему управління інноваційними процесами. На думку відомого польського дослідника К Павловського, у світовій практиці останніх десятиліть жодна з освітніх реформ, яка відбувалася адміністративним шляхом, не була успішною [245, с. 65]. Однією з причин є високий рівень інтернаціоналізації сучасної науки та освіти (за рівнем глобалізації ці системи займають друге, після індустрії розваг, місце). Адміністративне управління освітою не відповідає мобільному характеру сучасного суспільства. До недавнього часу в управлінні природними та соціальними процесами домінував підхід, який базувався на уявленнях про лінійне функціонування природних та суспільних систем і відповідав схемі "керівна дія → бажаний результат". Прагнення до надмірного планування, централізації часто ставало причиною кризових станів та стихійних наслідків. Огляд зарубіжних аналітичних наукових праць переконливо свідчить, що зусилля з упровадження інновацій виявлялися безрезультатними або навіть завдавали шкоди, якщо вони суперечили власним тенденціям саморозвитку природних та соціальних систем. Важливими у впровадженні інновацій є дослідження на їхню обґрунтованість та відповідність до традицій національної системи освіти та врахування принципів самоорганізації складних систем.

Отже, у ході констатувального етапу педагогічного експерименту були виявлені суперечності та недоліки в сучасній системі вивчення дисциплін фізико-математичного циклу. Основними суперечностями є такі :

- між індивідуальним процесом формування особистості та відсутністю гнучкості і варіативності навчального процесу;
- між суспільним характером знань та індивідуальною формою їх продукування;
- між кількісним та якісним ускладненням потоків навчальної інформації та обмеженими можливостями їх засвоєння;
- між диференціацією сфер наукової діяльності та єдністю природи.

Констатувальний етап експерименту дав можливість виявити чинники, які мають враховувалися при розробленні методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін у медичних університетах:

- необхідність інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів;
- орієнтація на побудову відкритої, гнучкої нелінійної методичної системи;
- забезпечення наступності шкільного та університетського курсів фізики та математики;
- об’єктивно існуюча істотна диференціація рівня базових знань шкільних курсів математики та фізики у студентів - першокурсників;
- необхідність пошуку та розроблення підходів до структурування змісту інтегрованих навчальних дисциплін;
- потреба в освітніх технологіях, які забезпечували б у стислі терміни глибокі та ґрунтовні знання з медичної та біологічної фізики;
- необхідність постійного моніторингу якості знань та детального аналізу чинників, що детермінують якість знань;
- дбайливе, зважене та водночас критичне ставлення до здобутків національної системи освіти та зарубіжного досвіду;
- формування інформаційно-освітнього середовища та системне, дидактично обґрунтоване впровадження комп’ютерних технологій у навчальний процес.

5.3. Пошуковий етап експерименту

Завдання пошукового експерименту полягали у встановленні напрямків удосконалення змісту і структури курсу медичної та біологічної фізики та створенні методичної системи його навчання в умовах сучасної парадигми освіти. Тому другий етап педагогічного експерименту ставив за мету:

- визначення об’єкта, предмета, мети, гіпотези, завдань та необхідних методів дослідження, розробка та обґрунтування концептуальних положень і моделі організаційної структури вивчення фізико-математичних дисциплін;
- розроблення програми та методики дослідження;
- розроблення, видання, апробація підручників та навчальних посібників з тематики дослідження;
- визначення критеріїв та показників ефективності навчального процесу.

Крім того, досліджувались можливості впровадження технології цілеспрямованої інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів при вивченні фізико-математичних дисциплін, формування знань та умінь студентів. В пошуковому режимі вивчалися питання, пов’язані з різними чинниками впливу освітнього середовища (цільова навчальна програма, тематичні тестові завдання, науково-дослідні елементи навчання; мотиваційне забезпечення тощо) на прогнозовану результативність навчання медичної та біологічної фізики; визначалися критерії добору та структурування змісту фізико-математичних навчальних дисциплін, що вивчаються у медичному університеті. З метою визначення змісту та ролі професійно спрямованого матеріалу проводився аналіз змісту інших фундаментальних природничо-наукових та фахових навчальних дисциплін.

Практичним результатом цього етапу педагогічного експерименту є: підручник з медичної та біологічної фізики, навчальний посібник з вищої математики, методичні вказівки для студентів-заочників фармацевтичних спеціальностей; тестові завдання з усіх розділів фізики, професійно спрямовані завдання до лекційних, практичних і лабораторних занять, удосконалений

лабораторний практикум [321, 363, 368, 370].

Одним з наслідків цього етапу дослідження став висновок про необхідність побудови гнучкої методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін, яка б ґрунтувалася на широкому використанні інноваційних технологій навчання й інтеграції фундаментальності та професійної спрямованості курсу, нових і класичних засобів навчання. На цій основі було сформульовано загальну гіпотезу дослідження, розроблено програму дослідження, спрямованого на перевірку загальної і окремих гіпотез.

Для створення відповідної методичної системи навчання необхідно було визначити її компоненти: цілі і завдання, зміст, організаційні форми, методи і засоби навчання. Це було зроблено на підставі аналізу існуючих освітніх стандартів і освітніх кваліфікаційних характеристик спеціальностей, програм із медичної та біологічної фізики різних країн, шкільного курсу фізики і математики, а також аналізу окремих аспектів професійної діяльності лікарів та фармацевтів, вітчизняного та зарубіжного досвіду проектування, розробки та впровадження інноваційних технологій навчання фізико-математичних дисциплін в медичних університетах. В результаті були визначені зміст основних компонентів гнучкої методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін.

З метою вдосконалення структури і змісту курсів "Медична та біологічна фізика" та "Вища математика" було проаналізовано існуючі підручники та посібники з цих дисциплін для медичних університетів. Модульно-рейтинговий принцип навчання зумовив реформування змісту лекційного курсу та методики навчання. За результатами аналітично-констатувального етапу експерименту внесено зміни в структуру і організацію навчально-виховного процесу з фізико-математичних дисциплін.

На основі розробленої під керівництвом О.В.Чалого на кафедрі медичної та біологічної фізики НМУ ім. О. О. Богомольця типової програми з курсу медичної та біологічної фізики для вищих медичних (фармацевтичних) навчальних закладів впроваджувалося модульне та особистісно орієнтоване навчання з використанням нових і вдосконалених засобів навчання, які випробовувалися в умовах

експерименту за такими параметрами: науковість, доступність, наочність, зручність у користуванні, відповідність сучасним вимогам дидактики, технічної естетики, техніки безпеки.

Здійснено апробацію окремих методів і засобів активізації творчої самостійної роботи студентів: проектна технологія організації СРС, формування освітнього середовища з широким використанням ІКТ, впровадження методів математичного моделювання в навчальний процес, розробка та апробація нових методик оцінювання успішності студентів тощо.

У результаті експертного оцінювання важливості окремих елементів знань з огляду на їх фундаментальне, світоглядне та прикладне значення підібрано ефективні демонстрації та лабораторні роботи, задачі та завдання фахового спрямування, досліджувалися можливості реалізації окремими студентами індивідуальної траєкторії навчання; використання опорних конспектів, технологічних карт-інструкцій тощо.

На цьому етапі також розроблялася система контролю знань, навичок і умінь з матеріалу навчальних модулів. Контроль містив три складові: тести, завдання на перевірку вмінь та навичок (виконання лабораторної роботи), написання короткого есе по одному з теоретичних питань. Завдання тестів були перевірені на складність, надійність та валідність на першому етапі експерименту.

На даному етапі експерименту визначалися роль та місце професійно спрямованого матеріалу. У процесі експериментального навчання виявлялися складнощі, які виникають при засвоєнні студентами навчального матеріалу. Для цього велися спостереження за роботою студентів у фокус-групі, аналізувалися результати анкетування, результати оцінювання успішності, бесіди з викладачами, що проводили експеримент.

Як показали результати анкетування, студенти краще засвоювали навчальний матеріал, якщо вони розуміли де і як фізичні закони і явища можуть бути використані в їхній професійній діяльності. За такої умови студенти усвідомлюють необхідність знань із загальної фізики, вищої математики, медичної та біологічної фізики для успішного опанування фахових дисциплін, а також для їх майбутньої

професійної діяльності.

Дослідження мотивів, якими керуються студенти при вивченні медичної та біологічної фізики, показали, що більшість опитуваних, не заперечуючи необхідність вивчати цей курс, водночас вважає, що у майбутній професійній діяльності та при вивченні фахових дисциплін знання з фізики їм будуть мало потрібні, або їм потрібні знання істотно нижчого рівня, ніж отримані в курсі "Медична та біологічна фізика". Таким чином окреслилась проблема належного мотиваційного забезпечення та інтеграції фундаментальної підготовки та фахової спрямованості фізико-математичних дисциплін.

Аналізуючи труднощі сприйняття основ фізики студентами-медиками, серед інших (насамперед вище розглянутих) проблем ми зіткнулися також з проблемою взаємодії наукових знань і наукового мислення, з одного боку, і життєвого досвіду студента – з іншого. Під життєвим досвідом розуміємо сформовані погляди людини на навколишню дійсність і самого себе, що визначають її практичну діяльність і мораль. Хоча за вдалим висловом А. Ейнштейна, “уся наука є не чим іншим, як удосконаленням повсякденного мислення” [383, с.200], однак на практиці існують протиріччя, які слід подолати, щоб студент міг позитивно сприймати наукові знання, Ця проблема є не лише педагогічною, а великою мірою і психологічною. Дослідження діалектичної взаємодії життєвого досвіду студента і наукового фізичного знання у процесі вивчення курсу "Медична та біологічна фізика" дає можливість виявити основні труднощі, без свідомого врахування яких вивчення фізико-математичних дисциплін в медичному університеті не буде ефективним. Розглянемо їх.

1. Поняття і закони фізики інколи начебто суперечать життєвому досвіду студента і знанням, отриманим при вивченні фахово орієнтованих фундаментальних дисциплін (фізіології, гістології, анатомії). З віком досвід накопичується і студенту, який у шкільному віці не сприйняв фізичні знання, що мали б стати фундаментом усієї системи природничо-наукових уявлень, важко даються нові знання не лише з медичної та біологічної фізики, а й інших природничо-наукових дисциплін. Ефект неприйняття посилюють різні

тлумачення одного і того ж самого явища або поняття, відмінності у термінології та позначеннях Так, замість звичного із шкільного курсу позначення різниці потенціалів $\Delta\varphi$ у фізіології традиційно використовують E; часто у формулах для позначення фізичних величин фізіологи використовують не символи, а терміни. Наприклад, формула Гагена – Пуазейля $Q = -\frac{\Delta P}{X}$, де X – гідравлічний опір, традиційно в підручниках з фізіології записується у вигляді $ХОК = \frac{P_c - P_Д}{ЗПО}$, де $ХОК$ – хвилинний об'єм крові, $P_с$, та $P_Д$ - систолічний та діастолічний тиски, $ЗПО$ – загальний периферичний опір судин). Експериментальні роботи психологів та педагогів [4, 259, 260, 302] засвідчують, що порушення єдності в інтерпретації, тлумаченні методологічного змісту, навіть у позначеннях призводить до явища, яке називають розщепленням поняття. Суть цього явища полягає у розщепленні в свідомості студента одного поняття на декілька, що викликає плутанину і є причиною розрізненості та фрагментарності знань, відсутності впорядкованості та генералізації наукового знання.

2. Складною для студентів-медиків є мова фізики з її абстрактними для майбутнього лікаря термінами і поняттями (силове поле, енергетичні рівні, струми зміщення тощо) та її категоріальний апарат.

3. Труднощі в процес навчання вносить також застосування подекуди невиправдано громіздкого і складного математичного апарату, що потребує значної розумової діяльності.

4. Складним є вміння співвідносити отримані в курсі фізики знання з явищами, що відбуваються у живих організмах.

Для подолання зазначених труднощів при розробці методичної системи ми спиралися на праці провідних психологів та дидактів, зокрема на теорію Дж. Керолла [401], згідно з якою за умов раціонального використання ресурсів навчального часу, індивідуалізованого навчання та роботи в оптимальному для студента темпі можна досягти «повного засвоєння знань».

У ході експерименту було виявлено, що найвагомішою причиною труднощів під час навчального процесу з медичної та біологічної фізики є

відсутність індивідуального підходу, а також різний вихідний рівень знань базового курсу фізики за середню школу, проблеми з математики, а також існування психолого-педагогічних проблем, зумовлених адаптацією до нових умов навчання.

Вихідний рівень знань вимірювався нами за допомогою тестування (див. тест вихідного контролю у п. 4. 1. 3). Далі здійснювалося вирівнювання рівня знань, шляхом усунення прогалин у знаннях шкільного курсу. З цією метою були розроблені навчальні посібники [152, 153]. Продуктивним виявилося проведення зрізного тестування перед кожним із змістових модулів за допомогою тестів, завдання яких мають навчальний характер, акцентують увагу студентів на знаннях, найважливіших для подальшого розуміння навчального матеріалу. Орієнтовний перелік запитань надавався студентам заздалегідь і вони мали змогу підготуватися до тестування.

Найбільшою складністю для сприйняття студентами вирізнялися такі розділи: “Електродинаміка медико-біологічних систем”, “Елементи квантової механіки”, “Електронна медична апаратура”, а також окремі теми інших розділів курсу: “Механічні коливання і хвилі”, “Транспорт речовин через мембрани клітин”, “Біологічні потенціали”, “Фізичні основи термографії” тощо. Експеримент дозволив окреслити напрямки пошуків ефективних методів підвищення доступності навчального матеріалу цих розділів. Найважливішими питаннями у формуванні знань із медичної та біологічної фізики студенти вважали ті, які пов’язані із майбутньою фаховою діяльністю.

За результатами аналітично-констатувального та пошукового дослідження були визначені критерії, показники, методи і прийоми, за якими встановлювалася ефективність експериментальної методики навчання фізико-математичних дисциплін у медичному університеті (табл. 5.2) .

Виконання завдань пошукового експерименту підтвердило правильність ідей і положень, що лежать в основі методичної системи, сконструйованої за принципом поєднання фундаментальності та професійної спрямованості навчання фізико-математичних дисциплін, дало змогу скоригувати методику реалізації цих

принципів у змісті, формах, методах і засобах навчання (зміст лекцій, завдань, задач, лабораторних і науково-дослідних робіт).

Таблиця 5.2.

Критерії ефективності експериментальної методики навчання фізико-математичних дисциплін у медичному університеті

Критерії ефективності	Показники	Методики дослідження
Навчальні досягнення	Рівень навчальних досягнень студента	Статистичний аналіз результатів поточної успішності, зрізного та підсумкового контролю
Мотивація навчання	Рівень пізнавальної активності студента. Індекс комфортності	Метод експертних оцінок, статистичний аналіз результатів Анкетування студентів, обчислення індексу комфортності
Особиста рефлексія навчальних досягнень	Рівень розвитку критичного мислення	Самооцінка результатів навчальної діяльності
Дієвість знань	Сформованість вмінь застосовувати фундаментальні знання до розв’язування прикладних задач, рівень компетенцій	Статистичний аналіз результатів тестування та анкетування. Аналіз успішності при вивченні фахових дисциплін

Практичними підсумками цього етапу педагогічного експерименту були:

• постановка і проведення занять з використанням інноваційних засобів навчання на основі інтеграції принципів фундаментальності та професійної спрямованості курсу.

• організація науково-дослідної роботи на основі професійного спрямування її змісту;

• методичні рекомендації щодо вивчення вищої математики, медичної та біологічної фізики для студентів різних спеціальностей медичних університетів.

Досягнутий результат первинного засвоєння навчального матеріалу за умови належних цільових настанов і технологічних упроваджень (алгоритмічного, евристичного, інтегративного підходів у формуванні фізичного знання) сприяв

забезпеченню якості знань студентів та усвідомленого їх використання при вивченні фахових дисциплін.

5.4. Формувальний та завершально-коригувальний педагогічний експеримент

На третьому етапі педагогічного експерименту – формувальному, перевірялася гіпотеза дослідження і концепція навчання, що ґрунтується на принципі єдності фундаментальності та професійної спрямованості навчання загальної фізики. На цьому етапі сформувався остаточний варіант концепції дослідження, який реалізовано у монографії [325] підручниках та навчально-методичних посібниках [152, 153, 365, 366, 368-370]. На основі співпраці з викладачами курсу "Медична та біологічна фізика", "Вища математика" медичних університетів опубліковано ряд праць [285, 307–327, 367].

Формуючий експеримент мав за мету:

- узагальнення результатів пошукового експерименту та внесення необхідних корективів;
- вивчення можливостей використання, переваг та недоліків створеного навчально-методичного комплексу в умовах експериментального навчання; впровадження в навчальний процес розробленої методичної системи її апробації в експериментальних групах, перевірка її ефективності та доцільності згідно з визначеними критеріями шляхом статистичної обробки результатів;
- публікація науково-методичних праць у періодичних виданнях задля ознайомлення широкого загалу викладачів з розробленою методичною системою. в умовах вищих медичних навчальних закладів.

На формувальному та завершально-коригувальному етапах педагогічного експерименту передбачалося:

- виявити методичні засади організації продуктивної навчально-пізнавальної діяльності студентів;
- структурувати за змістовими модулями навчальний матеріал,

виокремивши інваріантне ядро, оволодіння яким є достатньою умовою формування відповідного рівня знань і вмінь, та варіативну оболонку;

- перевірити ефективність використання інноваційних технологій навчання фізико-математичних дисциплін у медичних університетах;
- удосконалити структуру курсу з врахуванням можливостей використання інноваційних технологій навчання;
- розробити і обґрунтувати психолого-педагогічні основи застосування класичних і нових засобів навчання на заняттях;
- провести якісний і кількісний аналіз результатів педагогічного експерименту.

На цих етапах педагогічного експерименту здійснювався постійний моніторинг навчального процесу з фізико-математичних дисциплін. Увійшовши активно в освітянську практику, моніторинг якості освіти став об'єктом теоретичних досліджень і сферою педагогічної діяльності. Тлумачення цього терміна (від англ. monitoring — контроль, відстеження) у педагогічній літературі є неоднозначним. Інколи його вживають у розумінні "відстеження результативності навчально-виховного процесу" (наприклад, моніторинг навчальних досягнень студентів); подекуди під ним розуміють звичайний педагогічний контроль (моніторинг успішності); частіше цей термін використовують у сенсі різнобічного вивчення параметрів функціонування системи освіти чи окремих її елементів або суб'єктів освітнього процесу "(моніторинг якості підготовки фахівців з певної спеціальності, технічного забезпечення освітнього середовища, психоемоційного стану, стану здоров'я студентів тощо). Отже, моніторинг все більше набуває статусу дослідження, а не емпіричного збору інформації про певні характеристики та властивості освітньої системи.

Ми виходили з того, що моніторинг в освіті — це системна процедура, яка забезпечує неперервне спостереження, збір, опрацювання та оприлюднення інформації і спрямована на з'ясування чинників, що обумовлюють функціонування освітньої системи, координування і прогнозування розвитку цієї системи. Таким чином, у нашому дослідженні моніторинг мав продуктивну роль, оскільки він дав

змогу визначати подальші зміни та вносити необхідні корективи. Констатуюча частина моніторингу, а саме: вивчення стану функціонування методичної системи, була не самоціллю, а передумовою вибору стратегії змін, необхідних для розвитку, та пошуку шляхів їх реалізації.

Розглянемо як відбувався відбір контрольних та експериментальних груп на конкретному прикладі одного факультету. За основну (нульову) гіпотезу приймали припущення, що рівень навчальних досягнень контрольних та експериментальних груп є однаковим з надійністю p=0,95. До уваги бралися: результати вихідного контролю за розробленими нами тестовими завданнями (зрізне тестування); поточна успішність упродовж першого місяця навчання; результати підсумкового модульного контролю за перший змістовий модуль (перший змістовий модуль містить 18 годин практичних занять і триває приблизно 1 місяць); результати зрізного тестування перед початком другого змістового модуля. Комплексні показники мали на меті запобігти помилкам, а також оцінити не лише вихідний рівень знань, а також конвергентні та дивергентні здібності студентів, їхню научуваність.

Відповідно до балів, які отримував студент, ставили показник за формулою

$$k = \frac{M_i}{M_{\max}},$$

де M_i – кількість балів, отриманих студентом, $M_{\max}$ – максимально можлива кількість балів.

Для вибору критерію порівняння вибіркових середніх спочатку за допомогою стандартної функції NORMSAMP_1 програми Excel перевіряли результати тестування кожної з груп на відповідність до нормального закону розподілу. У більшості випадків ми мали близький до нормального розподіл. Якщо ж розподіл істотно відрізнявся від нормального (програма давала результат NO_NORM), то для порівняння середніх використовували непараметричний критерій Вілкоксона. Нижнє критичне значення статистики обчислювали за апроксимаційною формулою:

$$w(\alpha;m;n)=\left[\frac{m(m+n+1)-1}{2}-\psi(1-\alpha)\sqrt{\frac{mn(m+n+1)}{2}}\right],$$

де [] – операція округлення, до цілого, α - рівень значущості, $\psi(1-\alpha)$ - значення оберненої функції при нормальному розподілі, m та n – обсяги вибірок. Для знаходження верхнього критичного значення статистики використовували формулу: $W(\alpha,m,n)= m(m+n+1)-w(\alpha;m;n)$.

Для спрощення розрахунків критеріального значення $W_{спост}$. використовували програму, текст якої приведено в [201, с.107]. За умови виконання нерівності:

$$w(\alpha;m;n)<W_{спост}<W(\alpha,m,n),$$

основну гіпотезу приймаємо.

Як приклад розглянемо результати статистичного аналізу вихідного тестування трьох груп медичного факультету (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Результати статистичного аналізу вихідного контролю знань студентів медичного факультету

Статистичний параметр	**Група №1**	**Група №7**	**Група №14**
Середнє	52,6	47,04	47,29
Дисперсія	322	492,7	494,4
Стандартне відхилення	17,95	22,2	22,23
Мода	47	44	46,5
Медіана	48	44	46,5
Ексцес	- 0,64	- 1,1	- 1,4
Асиметрія	- 0,18	0,2	0,045
Інтервал значень	62	69	66
Мінімальне значення	18	15	14
Максимальне значення	85	82	90
Кількість студентів	15	16	17

Як видно з табл. 5.3, вибіркове середнє групи №1 має дещо більше значення, ніж в двох інших групах.

Наступним кроком статистичного аналізу було співвіднесення коефіцієнта засвоєння з чотирма рівнями навчальних досягнень: низьким (<25%), середнім (25%-50%), достатнім (50-75%) та високим (>75%).

На підставі такого комплексного статистичного аналізу ми визначали групи, які беруть участь у педагогічному експерименті (табл. 5.5). З наведеного прикладу як експериментальна була вибрана група № 14, оскільки вона статистично не відрізняється від інших, має одні з найменших вибіркових середніх балів.

Вибірка / **Статистичний параметр**	**№1– №7**	**№1 – №14**	**№7 – №14**
$w(\alpha;m;n)$	189	221	216
$W(\alpha,m,n)$	291	274	328
$W_{спост}$	216	240	301

Якщо ж розподіл показника був близьким до нормального і підтверджувалась гіпотеза про рівність генеральних дисперсій (за критерієм Фішера–Снедекора), як критерій перевірки основної гіпотези $M(X)=M(Y)$ брали випадкову величину

$$T=\frac{\bar{X}-\bar{Y}}{\sqrt{(n-1)s_x^2+(m-1)s_y^2}}\cdot\sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}},$$

яка має t – розподіл Стьюдента з $k=n+m-2$ ступенями вільності, де n та m – обсяги вибірок. Будували двосторонню критичну область, припускаючи, що вибіркові середні груп значуще не відрізняються (альтернативна гіпотеза $M(X)\neq M(Y)$). Оскільки розподіл Стьюдента симетричний відносно нуля, то ліва і права критичні точки відрізняються лише знаком. За таблицею критичних точок розподілу Стьюдента при α=0,05 та обчисленому k знаходили двосторонню критичну точку $t_{\text{дв. кр}}(\alpha,\ k)$. Якщо обчислене на основі експериментальних даних Т було меншим за $T_{кр}$, то гіпотеза прийнята з ймовірністю 95%.

Надалі розраховували також коефіцієнти кореляції між вихідним рівнем та

підсумковою оцінкою з дисципліни, між середньою поточною оцінкою та балом, отриманим за підсумковий модульний контроль, перевіряючи гіпотезу про значущість вибіркового коефіцієнта кореляції. З цією метою обчислювали експериментальне значення критерію *t*, який має розподіл Стьюдента:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}},$$

де *n* – обсяг вибірки. Задавшись рівнем значущості *p*= 0,95 знаходили критичне значення $t_{кр}(p; n-2)$ для двосторонньої критичної області. Оскільки $|t| > t_{кр}$, то вважали, що коефіцієнт кореляції є значущим і між множинами показників існує кореляційна залежність.

Підсумковий модульний контроль знань, навичок та умінь був комплексним і базувався на результатах тестування за допомогою завдань, які мали достатньо високу роздільну здатність, а також попередньо пройшли перевірку на валідність та надійність, вміння розв'язувати задачі, оцінювання виконавських умінь (на прикладі лабораторної роботи), оцінювання есе, написаного студентом на задану тему (висвітлення теоретичного питання).

Таблиця 5.5

Довідкові дані про педагогічний експеримент

Термін проведення	**Факультет**	**Кількість**	**Студентів у групах**
		Експериментальні групи	**Контрольні групи**
1997 – 1999	Медичний Стоматологічний	248	284
1998 – 2000	Медичний, стоматологічний	240	287
1999 – 2001	Медичний, стоматологічний, фармацевтичний,	398	447
2001 – 2003	Ті ж самі	421	445
2002 – 2004	Ті ж самі	408	407
2003 – 2005	Ті ж самі	427	407
2004 – 2006	Ті ж самі	418	421
2005 – 2007	Ті ж самі	320	418

На цьому етапі педагогічного експерименту перевірялась також і міцність

засвоєння знань. Це підтвердили результати тестування студентів на першому та третьому етапах, проведеного через семестр після вивчення ними матеріалу відповідних навчальних модулів. У середньому тестові бали студентів експериментальної групи були вищими на 20 %.

Кількісними оцінками рівня ефективності запропонованих методик обрано: середній бал, коефіцієнт засвоєння, коефіцієнт ефективності та міцності знань.

Оскільки курс медичної та біологічної фізики містить три модулі: вища математика, медична фізика, біологічна фізика, то показовим в експерименті був коефіцієнт міцності знань:

$$G = \frac{\overline{X}}{\overline{X}_i}$$

де $\overline{X}_i$ – середня оцінка проміжного контролю, а $\overline{X}$ – середня підсумкова оцінка з цього ж модуля. При цьому враховувалися як середнє квадратичне відхилення показників

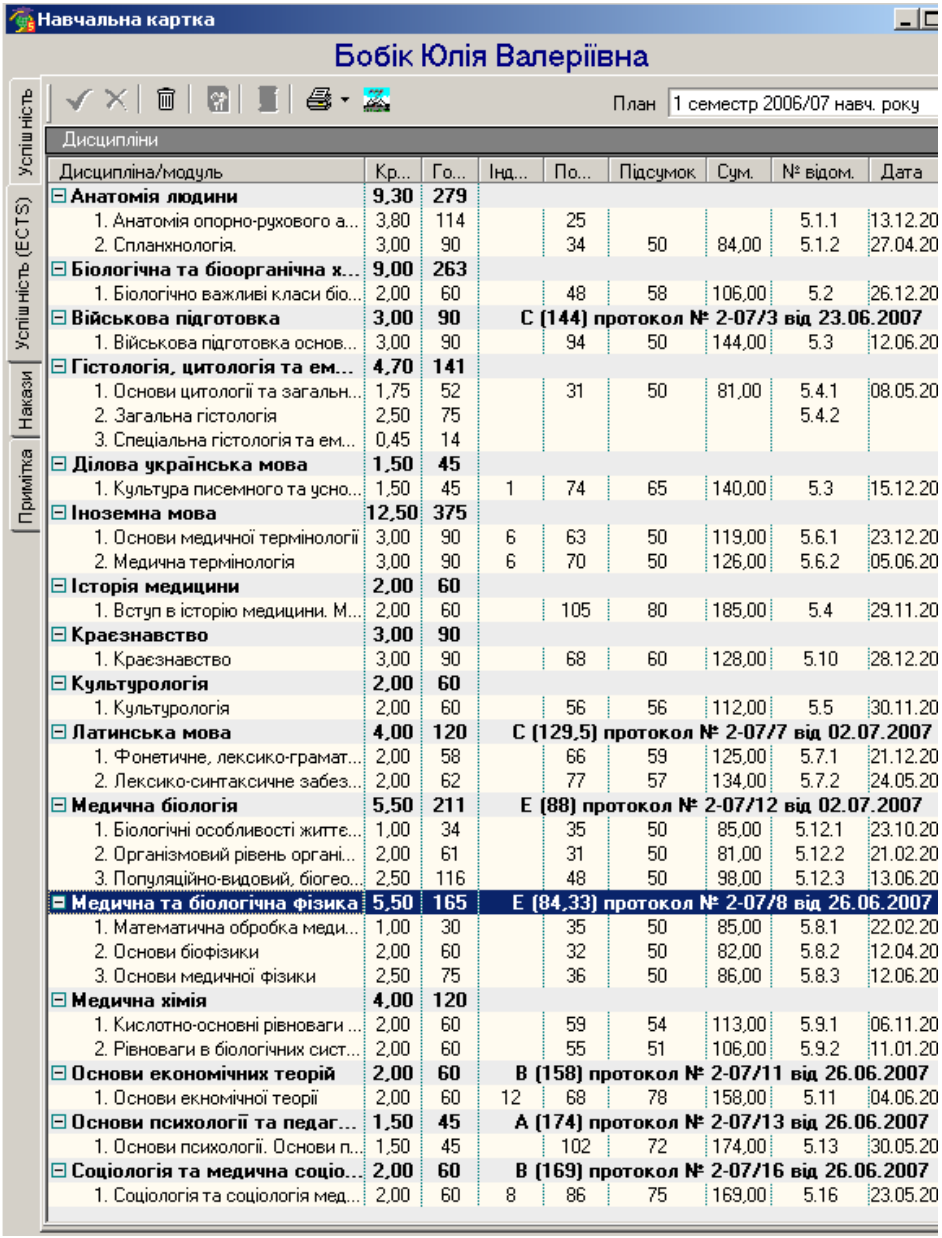
$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2} ,$$

так і коефіцієнт варіативності $\nu = \frac{\delta}{\overline{X}}$.

При аналізі успішності студентів ми використовували комп'ютеризовану програму "Контингент" створено на замовлення Міністерства Охорони здоров'я України (наказ № 34-Адм від 04.03.1999) для автоматизації роботи всіх підрозділів ВМНЗ для обліку контингенту студентів, створення відповідних наказів і звітів, а також для контролю міністерством руху контингенту в усіх медичних ВНЗ України й отримання загальних статистичних даних. Згідно з наказом МОЗ України № 281-Адм від 28.09.2000 р. програму "Контингент" упроваджено в усіх медичних (фармацевтичних) ВНЗ III-IV рівнів акредитації України. В НМУ імені О.О. Богомольця впровадження програми здійснювалося під керівництвом дисертанта. Програма об’єднує всі структурні підрозділи НМУ ім. О. О. Богомольця (рис. 5.4) і містить велику кількість інформації (рис.5.5).



Рис. 5.4. Клієнт-серверний програмний комплекс "Контингент"



Дисципліна/модуль	Кр...	Го...	Інд...	По...	Підсумок	Сум.	№ відом.	Дата
Анатомія людини	**9,30**	**279**						
1. Анатомія опорно-рухового а...	3,80	114		25			5.1.1	13.12.20
2. Спланхнологія.	3,00	90		34	50	84,00	5.1.2	27.04.20
Біологічна та біоорганічна х...	**9,00**	**263**						
1. Біологічно важливі класи біо...	2,00	60		48	58	106,00	5.2	26.12.20
Військова підготовка	**3,00**	**90**	**C (144) протокол № 2-07/3 від 23.06.2007**					
1. Військова підготовка основ...	3,00	90		94	50	144,00	5.3	12.06.20
Гістологія, цитологія та ем...	**4,70**	**141**						
1. Основи цитології та загальн...	1,75	52		31	50	81,00	5.4.1	08.05.20
2. Загальна гістологія	2,50	75					5.4.2	
3. Спеціальна гістологія та ем...	0,45	14						
Ділова українська мова	**1,50**	**45**						
1. Культура писемного та усно...	1,50	45	1	74	65	140,00	5.3	15.12.20
Іноземна мова	**12,50**	**375**						
1. Основи медичної термінології	3,00	90	6	63	50	119,00	5.6.1	23.12.20
2. Медична термінологія	3,00	90	6	70	50	126,00	5.6.2	05.06.20
Історія медицини	**2,00**	**60**						
1. Вступ в історію медицини. М...	2,00	60		105	80	185,00	5.4	29.11.20
Краєзнавство	**3,00**	**90**						
1. Краєзнавство	3,00	90		68	60	128,00	5.10	28.12.20
Культурологія	**2,00**	**60**						
1. Культурологія	2,00	60		56	56	112,00	5.5	30.11.20
Латинська мова	**4,00**	**120**	**C (129,5) протокол № 2-07/7 від 02.07.2007**					
1. Фонетичне, лексико-грамат...	2,00	58		66	59	125,00	5.7.1	21.12.20
2. Лексико-синтаксичне забез...	2,00	62		77	57	134,00	5.7.2	24.05.20
Медична біологія	**5,50**	**211**	**E (88) протокол № 2-07/12 від 02.07.2007**					
1. Біологічні особливості життє...	1,00	34		35	50	85,00	5.12.1	23.10.20
2. Організмовий рівень органі...	2,00	61		31	50	81,00	5.12.2	21.02.20
3. Популяційно-видовий, біогео...	2,50	116		48	50	98,00	5.12.3	13.06.20
Медична та біологічна фізика	**5,50**	**165**	**E (84,33) протокол № 2-07/8 від 26.06.2007**					
1. Математична обробка меди...	1,00	30		35	50	85,00	5.8.1	22.02.20
2. Основи біофізики	2,00	60		32	50	82,00	5.8.2	12.04.20
3. Основи медичної фізики	2,50	75		36	50	86,00	5.8.3	12.06.20
Медична хімія	**4,00**	**120**						
1. Кислотно-основні рівноваги ...	2,00	60		59	54	113,00	5.9.1	06.11.20
2. Рівноваги в біологічних сист...	2,00	60		55	51	106,00	5.9.2	11.01.20
Основи економічних теорій	**2,00**	**60**	**B (158) протокол № 2-07/11 від 26.06.2007**					
1. Основи екномічної теорії	2,00	60	12	68	78	158,00	5.11	04.06.20
Основи психології та педаг...	**1,50**	**45**	**A (174) протокол № 2-07/13 від 26.06.2007**					
1. Основи психології. Основи п...	1,50	45		102	72	174,00	5.13	30.05.20
Соціологія та медична соціо...	**2,00**	**60**	**B (169) протокол № 2-07/16 від 26.06.2007**					
1. Соціологія та соціологія мед...	2,00	60	8	86	75	169,00	5.16	23.05.20

Рис. 5.5. Навчальна картка студента. Фрагмент із бази даних програми "Контингент"

Програма містить достатню кількість інформації, яка зосереджена в особових (61 поле вводу) та навчальних (рис. 5.5) картках студентів. Сумісність програми "Контингент" з програмою Excel дозволяє оперативно опрацьовувати великі масиви показників, на яких базувався педагогічний експеримент.

Узагальнені результати пошукового і формувального етапів педагогічного експерименту за участю студентів різних спеціальностей (лікувальна справа, стоматологія, педіатрія, фармація, медико-профілактична справа) медичного університету подані у таблиці 5.6.

Експериментальна перевірка розробленої методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін в медичному університеті засвідчила зростання рівня теоретичних знань і практичних навичок, що сприяло фаховому становленню та формуванню наукового світогляду майбутніх лікарів та фармацевтів. Порівняння результатів другого і третього етапів експерименту проводилося із застосуванням критерію Вілкоксона.

Таблиця 5.6

Узагальнені показники якості навчання студентів медичного університету на другому і третьому етапах експерименту

Етап експерименту	Групи (Е – експериментальні, К – контрольні)	Середній бал поточного контролю	Середня підсумкова оцінка	Успішність, %	Якість знань, %	Самостійна робота	Коефіцієнт ефективності	Коефіцієнт міцності знань
II	Е	3,82	3,9	86	81	4,50	1,15	0,80
	К	3,2	3,1	76	67	3,0	1,04	0,62
III	Е	4,0	4,05	92	88	4,4	1,18	0,86
	К	3,4	3,5	80	71	3,20	1,09	0,60

При визначенні критеріїв оцінювання результативності пропонованої методичної

системи навчання фізико-математичних дисциплін за основу брали дублінську модель універсального опису компетенцій (дублінські дескриптори Dublin Descriptors for Bachelors, Masters and Doctoral Awards), яка базується на таких елементах:

– знання та розуміння;

– застосування знань та розумінь;

– формулювання та обґрунтування суджень;

– комунікативні навички;

– здатність до самостійного навчання.

Не маючи змоги аналізувати всі елементи універсального опису компетенцій, ефективність вивчення курсу "Медична та біологічна фізика" було оцінено за такими основними критеріями: 1 – знання теоретичного матеріалу; 2 – уміння розв’язувати задачі; 3 – володіння експериментальними методами досліджень; 4 – уміння користуватися лабораторним обладнанням; 5 – уміння аналізувати експериментальні результати; 6 – застосування набутих знань та розумінь; 7 – самостійна робота (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Значення параметрів оцінки результативності методичної системи

Групи	**Коефіцієнт засвоєння курсу за кожним із критеріїв, %**						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Е	85	78	71	70	79	83	88
К	70	67	55	61	63	58	46

Значення стандартного відхилення у експериментальних та контрольних групах майже однакові. Це стосувалося й інших коефіцієнтів-поправок. Як відомо, якщо значення коефіцієнта варіативності ν менші за 30 %, то відхилення у виконаних розрахунках – незначне. У нашому випадку значення ν знаходилися в межах 15 – 25 %. Кількісними ознаками, за якими оцінювалося положення центру

розсіювання при встановленні ефективності дидактичної системи, бралися медіани, оскільки вони є більш стійким та коректними оцінками, ніж середні значення. Значення медіан були такими: M_E = 4, 1; M_K = 3, 3. Це свідчить про вищий рівень знань студентів експериментальних груп, ніж контрольних. Довірчі інтервали для оцінювання генерального середнього при рівні значущості 0,95 були такими: 4, 10 ± 0, 11 та 3, 3 ± 0, 16.

Як критерії ефективності навчання використовувалися обсяг, усвідомленість і міцність знань. Під обсягом знань розуміли суму фактів, понять, законів тощо, яку повинні були засвоїти студенти під час вивчення певного кола питань. Оцінюючи і вимірюючи обсяг знань, засвоєних студентами, ми використовували еталон знань – сукупність елементів знань, що складали зміст навчального матеріалу для засвоєння. Усвідомленість знань передбачала уміння застосовувати їх до розв'язування задач і виконання лабораторних робіт, правильність і обґрунтованість суджень. Усвідомлення знань студентами у професійному розумінні (компетентність) встановлювали аналізуючи відповіді на професійно спрямовані запитання контрольних робіт, співбесід, тестів, завдань, розроблених сумісно з викладачами кафедр фахових навчальних дисциплін.

При опрацюванні результатів підсумкового модульного контролю, а також контрольних робіт розраховувався коефіцієнт засвоєння k матеріалу кожного із завдань роботи: $k = \frac{N_i}{N}$, де N – кількість студентів, що виконували завдання; n N_i – кількість студентів, що виконали завдання правильно (кількість правильних відповідей). Оцінювання основних видів навчальної діяльності з медичної та біологічної фізики студентами контрольних і експериментальних груп проводилося також за чотирма рівнями: низький, середній, достатній, високий (табл. 5.8).

Обчислювався середній коефіцієнт засвоєння завдань одного або іншого рівня:

$$\bar{k} = \frac{n_1 + n_2 + ... + n_N}{N},$$

де – $n_1 + n_2 + \ldots + n_N$ – кількість правильних відповідей на кожне запитання I, II, III або IV рівнів; N – кількість запитань певного рівня. В таблиці 5.9 наведено

узагальнені показники за 2004 – 2007 рр.

Таблиця 5.8

Рівні засвоєння знань та сформованості вмінь

Рівні підготовки	**Коефіцієнт засвоєння знань та сформованості вмінь, %**	**Знання**	**Вміння**
Високий	90 –100	Студент у повному обсязі володіє теоретичним матеріалом, вміє творчо його використовувати під час лабораторних та практичних занять. У тестах та контрольних роботах не допустив жодної помилки.	Студент самостійно виконує за алгоритмом всі практичні та лабораторні завдання, безпомилково користується , приладами, обладнанням та апаратурою. Правильно робить висновки за результатами експерименту
Достатній	70–89	Студент належним чином опанував теоретичний матеріал, вміє використовувати довідникову літературу. У контрольних роботах і тестах допускає не більше однієї помилки.	Студент добре володіє практичними вміннями та навичками, при виконанні завдань інколи потребує поради викладача
Середній	60–69	Знання теоретичного матеріалу є задовільним, при цьому спостерігається нечіткість визначень та незнання всіх формул. У контрольних роботах та тестах зробив не більше трьох помилок.	Студент успішно вміє користуватися приладами, обладнанням, але періодично потребує допомоги та корекції зі сторони викладача
Низький	Менше 60	Студент не знає половини теоретичного матеріалу, у контрольних роботах та тестах допустив більше трьох помилок	Студент не може самостійно експлуатувати лабораторне обладнання та виконувати завдання без сторонньої допомоги

У результаті експерименту найвищого четвертого рівня досягли приблизно 16 % студентів експериментальних груп і 9 % – контрольних, з них 80 % студентів з найвищим рівнем засвоєння основних видів навчальної діяльності – це студенти, які навчались у школах і класах з поглибленим вивченням фізики, а також активісти студентської науково-дослідної роботи; достатнього (третього) 47,5 % і 25 % (рис. 5.6.). Результати підсумкового контролю вивчення медичної та біологічної фізики за контрольними параметрами рівня знань подано у таблиці 5.10.

Таблиця 5.9

Рівень навчальних досягнень з медичної та біологічної фізики та вищої математики за результатами завершального обстеження

№ пп	Вибірка	Рівень навчальних досягнень				Порівняльний аналіз	
		Низький	Середній	Достатній	Високий	Об'єкт порівняння	$\chi^2_{спост}$
1	КГ-МБФ (*n*=1507)	10,68	53,32	26,44	9,56		
		103	528	366	98		
2	КГ-мат. (*n*=130)	9,23	56,9	26,15	8,3		
		12	74	34	10		
3	ЕГ-МБФ (*n*=212)	2,83	32,18	47	16,6	КГ–МБФ	17,82
		6	79	88	39		
4	ЕГ-мат. (*n*=132)	1,5	32,58	49,2	16,7	КГ–мат.	24,46
		2	43	65	22		

Позначення: КГ-МБФ – контрольна група, медична та біологічна фізика; ЕГ-МБФ – експериментальна група, медична та біологічна фізика; КГ-матем – контрольна група, вища математика; ЕГ-мат. – експериментальна група, вища математика.

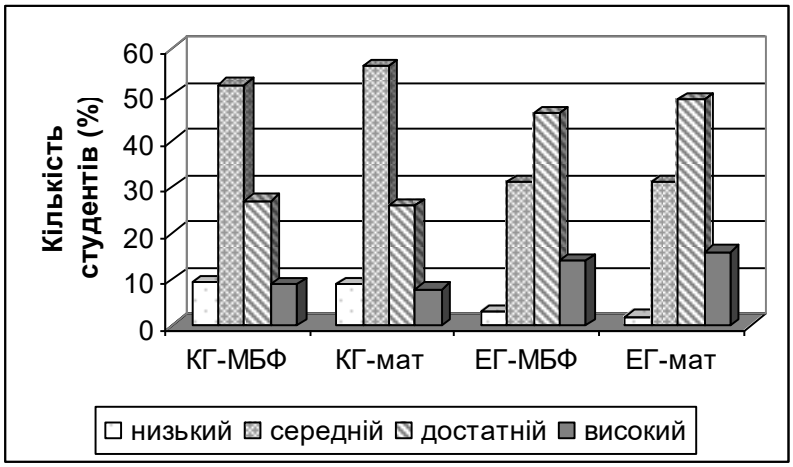


Рис 5.6. Усереднені показники рівнів засвоєння навчального матеріалу із медичної та біологічної фізики та вищої математики

Таблиця 5.10

Результати підсумкового контролю вивчення медичної та біологічної фізики за контрольними параметрами

		Контрольні параметри	Поточна Успішність	Модульний контроль	Підсумкова Оцінка
Експериментальні та контрольні вибірки	ЕГ	$<x_E>$	3,65	3,65	3,81
		Δ_E	1,05	0,78	0,71
		N_E	0,21	0,18	0,16
	КГ	$<x_K>$	3,02	3,10	3,25
		Δ_K	1,06	0,86	0,67
		ν_K	0,26	0,22	0,17

За результатами табл. 5.9, 5.10 можна зробити висновок не лише про кількісні відмінності рівня засвоєння навчального матеріалу курсу медичної і біологічної фізики у ході експерименту, а також і про формування фахівців з вищим рівнем компетенцій серед студентів експериментальних груп.

Технологія оцінювання результатів експерименту у випадку діагностики практичних навичок має деякі відмінності від технології оцінювання методики викладання та засвоєння теоретичного курсу. Це зумовлено тим, що у першому випадку можна порівняти рівні знань контрольних і експериментальних груп, а в другому випадку порівняльне оцінювання ускладнене, оскільки теоретичний курс читається для цілого потоку.

Впровадження кредитно-модульної системи навчання зумовило реформування як змістової, так і процесуальної складових навчання. Аналіз результатів попередніх етапів досліджень дав змогу спрогнозувати, внесення яких змін у структуру і організацію навчальних занять буде ефективним. Експеримент по впровадженню гнучкої відкритої методичної системи, яка базується на інтеграції фундаментальної та

фахової підготовки майбутніх лікарів в процесі вивчення фізико-математичних дисциплін студентами медичних університетів, у повному обсязі був виконаний впродовж 2004 – 2006 років. Як показали подальші дослідження впровадження дидактичної системи створило фундамент для засвоєння фахово спрямованих фундаментальних дисциплін на якісно вищому рівні: студенти експериментальних груп мали кращі показники при вивченні фахово спрямованих фундаментальних дисциплін, ніж студенти контрольних груп.

Для систематизації результатів експерименту стосовно структурування та методичного забезпечення процесу навчання використовувався ранговий аналіз за усередненими даними. Користуючись рівневим визначенням обсягів інформації сформовано інваріантну і варіативну складові курсу "Медична та біологічна фізика" залежно від спеціалізації студентів. Порівняльний аналіз результатів вивчення медичної та біологічної фізики дозволив зробити висновок про ефективність запропонованого підходу.

Впровадження розробленої методичної системи дозволило оптимізувати процес навчання в умовах сучасної парадигми освіти, структурувати змістову складову курсу “Медична та біологічна фізика” у межах навчального плану, розробити ефективну систему діагностування знань студентів. Студенти отримали більше самостійності в організації своєї навчальної діяльності, маючи змогу визначати власну стратегію досягнення рейтингового показника. Внаслідок цього значно зріс усереднений коефіцієнт мотивації і зацікавленості фізико-математичними дисциплінами.

Для аналізу мотивації навчання ми досліджували рівень пізнавальної активності студента та індекс комфортності при вивченні фізико-математичних дисциплін. Розрізнялися три рівні пізнавальної активності, які встановлювалися на основі систематичних спостережень викладачів, що брали участь у експерименті:

- високий рівень передбачає систематичну навчальну діяльність, роботу з додатковою літературою, самостійне виконання ускладнених та нетипових завдань, навички моделювання, участь в олімпіадах, студентських наукових конференціях, наукових гуртках, систематичну самостійну

роботу;

- середній рівень передбачає активність на заняттях, виконання завдань середнього рівня складності, самостійне складання деяких завдань, вміння самостійно працювати з лабораторним обладнанням тощо;
- низький рівень передбачає епізодичну активність на практичних та лабораторних заняттях, виконання завдань низького рівня складності.

Результати засвідчили, що рівень пізнавальної активності в експериментальних групах у разі використання розробленої методичної системи в є істотно вищим, ніж в контрольних (рис. 5.7). При оцінюванні використовувався за χ^2 - критерій при α = 0,05.

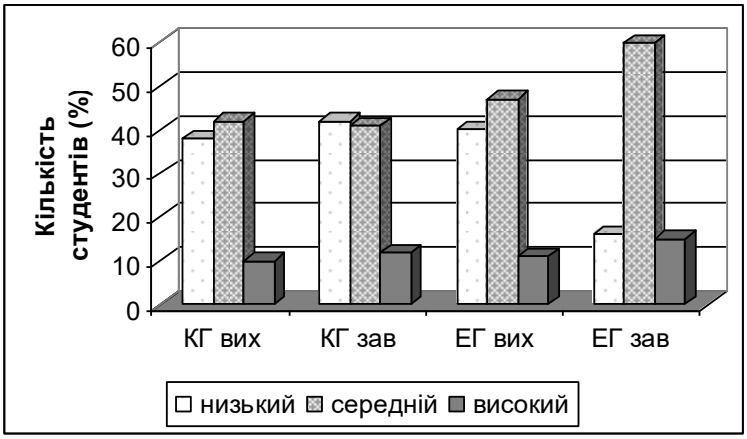


Рис. 5.7. Усереднені показники рівнів пізнавальної активності студентів при вивченні медичної та біологічної фізики та вищої математики

Дослідження "комфортності" студентів проводили за результатами анкетування . Студентам пропонувалося відповісти на запитання анкети "Як ви себе почуваєте при проведені занять з медичної та біологічної фізики: 1) дуже комфортно; 2) комфортно; 3) байдуже; 4) некомфортно; 5) особливо некомфортно"? Різним ступеням комфортності ставляться у відповідність певні числові показники від +1 до -1. Розрахунок загального індексу комфортності обчислювався за формулою

$$k = \frac{1 \cdot a + 0{,}5 \cdot b + 0 \cdot c + (-0{,}5)d + (-1)f}{n},$$

де a – загальна кількість максимально задоволених, b – загальна кількість задоволених, c – загальна кількість байдужих, d – загальна кількість незадоволених, f – загальна кількість максимально незадоволених, $n = a + b + c + d + f$ – загальна кількість опитаних.

+ 1	*a*	Максимальна комфортність
+ 0,5	*b*	Комфортність
0	*c*	Невизначене, байдуже відношення
- 0,5	*d*	Недостатня комфортність
- 1	*f*	Максимальна не комфортність

Порівняльний аналіз індексу задоволеності підтвердив ефективність експериментальної методики . Якщо в контрольних групах індекс комфортності складав 0,04 – 0,08 то в експериментальних – 0,33–056. На нашу думку, це обумовлено тим, що в експериментальних групах студенти мали більше вибору у плануванні власної навчальної траєкторії, могли працювати у властивому їм темпі, мали ширші можливості для реалізації власних здібностей, оцінки їхньої діяльності були об’єктивнішими та точнішими.

Аналіз здатності до рефлексії особистісних навчальних досягнень проводили за результатами анкетування студентів. Порівняння вихідного рівня здатності до рефлексії експериментальних та контрольних груп засвідчило наявність статистично незначущих відмінностей за цим показником (використовували – критерій при рівні значущості $\alpha = 0,05$), тобто вихідний рівень критичного мислення щодо оцінки власних досягнень у всіх вибірках приблизно однаковий. Проведене обстеження на завершальному етапі показало, що в контрольних групах статистично значущих змін не відбулося. Порівняння результатів вихідного анкетування та анкетування на завершальному етапі експериментальних груп засвідчило наявність статистично значущих відмінностей стосовно здатності до самооцінки навчальних досягнень при експериментальному навчанні (рис 5.8). Застосування розробленої методичної

системи дає змогу студентам експериментальних груп реальніше оцінювати особисті навчальні досягнення, така здатність зберігається навіть після призупинення експериментального навчання, що було підтверджено результатами анкетування студентів другого курсу фармацевтичного факультету.

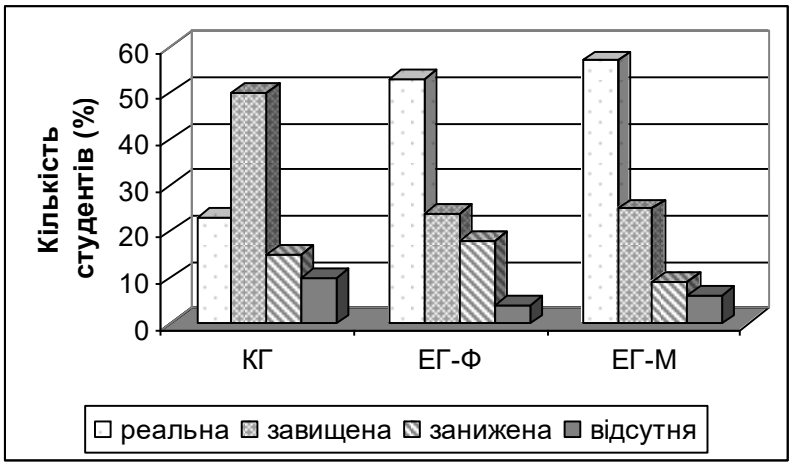


Рис.5.8. Рівень здатності до самооцінки навчальних досягнень з медичної та біологічної фізики на завершальному етапі досліджень

Дієвість знань нами оцінювалася за такими показниками:

- вміння застосовувати фундаментальні знання з фізики та математики до розв'язання фахових проблем (за результатами оцінювання вмінь розв'язувати прикладні задачі професійного спрямування);
- уміння зводити в єдине ціле елементи знань з різних навчальних дисциплін (за результатами оцінювання успішності професійно орієнтованих навчальних дисциплін);
- уміння організовувати власну діяльність (за результатами оцінювання самостійної навчальної діяльності);
- вміння використовувати різні джерела інформації (за результатами виконання реферативних робіт);
- оволодіння засобами діяльності, лабораторним обладнанням, медичною технікою (за результатами виконання лабораторних робіт).

Нами використовувалося також анонімне анкетування як вид моніторингу на індивідуальному рівні, який на думку О.І.Ляшенка, може свідчити про

загальноосвітню та професійну підготовку студентів , набуття ними професійних та життєвих компетенцій, опанування алгоритмічними та евристичними способами діяльності, навичками критичного мислення [243, с.10]. Результати аналізу відповідей студентів на запитання анкети "Чи можете ви самостійно застосовувати знання з фізики до вирішення задач фахового спрямування?" показано на рис. 5.9.

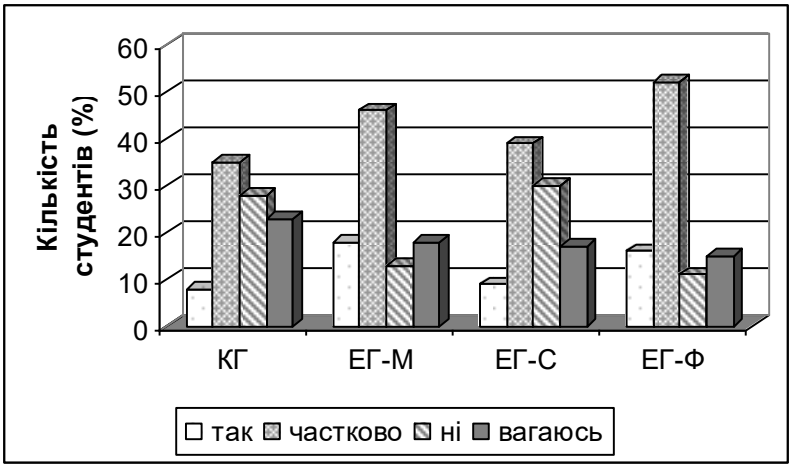


Рис. 5.9. Відповіді студентів на запитання анкети "Чи можете ви самостійно застосовувати знання з фізики до вирішення задач фахового спрямування?"

Отримані на момент завершального обстеження результати анкетування свідчать: 16 – 24 % студентів експериментальних груп вважають, що здатні самостійно розв’язувати прикладні задачі з фізики фахового спрямування, а 5 – 51 % – частково, у контрольних групах ці показники є такими: 10 – 11 % та 40 – 45 % відповідно.

Впродовж експериментального навчання значно зросла кількість студентів, які вважають, що вивчення фізико-математичних дисциплін сприяє розумінню та засвоєнню навчального матеріалу дисциплін фахового спрямування. Про це свідчить аналіз відповідей студентів (рис. 5.9) на запитання анкети за таких наявних варіантів відповіді: 1) так; 2) частково; 3) вагаюсь відповісти; 4) ні.

Розраховуючи коефіцієнти мотивації і зацікавленості, ми використовували підходи, викладені в працях [70, 149, 163].

$$\alpha = \frac{\beta_н}{\beta_п},$$

де $\beta_н = \frac{X_{вих}}{N}$ і $\beta_п = \frac{X_{заверш}}{N}$, N – кількість студентів у групі; $X_{вих}$ – кількість студентів станом на початок експерименту; $X_{зав}$ – кількість студентів на завершальному етапі експерименту; $X = а + б + в + г$ – кількість студентів, які за фізичною тематикою: *а* – працювали у наукових гуртках, *б* – брали участь в олімпіадах, *в* – брали участь у виконанні проектів науково-дослідницької роботи, *г* – самостійно виконували експериментальні наукові дослідження з фізики.

Таким чином, аналіз результатів педагогічного експерименту дав змогу зробити такі узагальнення:

- відповідно до обраних критеріїв (навчальні досягнення, мотивація навчання, особистісна рефлексія, дієвість знань) розроблена гнучка методична система, яка ґрунтується на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів, істотно підвищує рівень навчальних досягнень студентів, рівень їх пізнавальної активності, забезпечує дієвість знань, покращує здатність до рефлексії;
- експериментальна методика сприяє збільшенню частки студентів, які можуть самостійно застосовувати набуті знання до вирішення прикладних задач фахового спрямування;
- зробити висновок не лише про кількісні відмінності рівня засвоєння навчального матеріалу з медичної та біологічної фізики, вищої математики у ході експерименту, а й про підготовку фахівців з вищим рівнем сформованості компетенцій серед студентів експериментальних груп.

Проведений на різних етапах дослідження хронометраж підтвердив, що така ефективність пропонованої методичної системи забезпечувалася в межах часу, відведеного навчальним планом. Під час експериментального навчання діяльність студентів полегшувалася за рахунок структурування теоретичного й експериментального навчального матеріалу, підвищення його доступності, посилення мотивів навчання, набуття студентами вміння навчатися, завдяки її особистісній орієнтованості методичної системи, додержання всіх основних принципів дидактики. За даними анкетування учасників педагогічного

експерименту ця дидактична система викликала зацікавленість навчальним матеріалом близько 90 % студентів, підвищувала мотивацію їхньої пізнавальної діяльності та самовдосконалення, професійну спрямованість курсу "Медична та біологічна фізика".

Результати експериментального навчання і відстроченої перевірки якості підготовки студентів із медичної та біологічної фізики підтвердили ефективність запропонованої методичної системи навчання. Побудована на принципі інтеграції фундаментальності та професійної спрямованості підготовки нова дидактична система забезпечила досягнення кожним майбутнім лікарем максимальних результатів на рівні його можливостей без зростання затрат часу.

5.5. Експертне оцінювання методичної системи, яка базується на інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів

З метою визначення відповідності розробленої методичної системи до сучасним вимогам було проведене експертне опитування фахівців у галузі освіти, медичної та біологічної фізики, експериментальної фізики, методики фізики. Серед експертів 3 дійсних члени та член-кореспонденти АПН України, 6 докторів наук, 19 кандидатів наук. Вчене звання професора мали 10 експертів, доцента – 18. Три експерти були пошукачами.

Експертне оцінювання відкритої методичної системи здійснено за такими вимогами (дод. 1):

1) дидактична відповідність,
2) інформаційно-змістова відповідність,
3) методико-експериментальне забезпечення,
4) інноваційність технології.

Для визначення значущості кожної вимоги введено такі показники: узагальнена думка; компетентність і “активність” експертів; ступінь погодженості думок; статистична значущість показника погодженості думок експертів.

1. Показник узагальненої думки визначався як середнє арифметичне

значення оцінки (дод. 3) певної вимоги [388].

$$M_j = \frac{1}{m_j} \cdot \sum_{i=1}^{m} Cij,$$

де m – загальна кількість експертів; m_j – кількість експертів, що оцінювали j-ту вимогу; C_{ij} – оцінка відносної важливості i-м експертом j-ї вимоги:

$$M_1 = \frac{3026}{34} = 89;\ M_3 = \frac{3788}{34} = 82;$$

$$M_2 = \frac{2924}{34} = 86;\ M_4 = \frac{3026}{34} = 89.$$

Оцінка суми рангів j-ї вимоги зрізів виконувалася за формулою

$$S_j = \sum_{i=1}^{m} R_{ij},$$

де R_{ij} – ранг оцінки i-м експертом j - ї вимоги.

Після обчислень одержали: $S_1 = 132{,}5$; $S_2 = 175$, $S_3 = 210$, $S_4 = 108$.

2. Коефіцієнт активності експертів для g-ї вимоги обчислювався за формулою $K_{aj} = \frac{m_j}{m}$. Для всіх вимог $K_{aj} = 1$.

3. Коефіцієнт компетентності визначався за формулою

$$K_к = \frac{K_{оз} + K_a}{2},$$

де $K_{оз}$ – коефіцієнт ознайомлення з досліджуваною проблемою, K_a – коефіцієнт аргументації,

$$\langle K_к \rangle = \frac{39}{47} = 0{,}83.$$

4. При оцінці ступеня погодженості думки враховувався коефіцієнт варіації $v_j = \sigma_j / M_j$, де середнє квадратичне відхилення $\sigma_j = \sqrt{D_j}$, а дисперсія оцінок $D_j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^{m} (C_{ij} - M_{ij})^2$

5. Коефіцієнт конкордації визначався за формулою, обґрунтованою в [388, с.78], і становив $W = 0, 58$.

6. Статистичну значущість показника погодженості думок експертів

визначено з використанням критерію Пірсона χ^2:

$$\chi^2 = \frac{1}{mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{m} T_i} \cdot \sum_{j=1}^{n} d_j^2 \ .$$

Проведені розрахунки дали значення χ^2 = 4,75. Задавшись рівнем значущості α = 0,05, при числі ступенів вільності за таблицями знайшли критичне значення $\chi^2_{крит}$ = 5, 02 і α = 0, 025. Порівнянням експериментального та критичного значень підтверджує припущення про коректність рівня погодженості думок експертів. Результати експертного оцінювання подано в таблиці 5. 11.

Таблиця 5. 11

Середні результати експертного оцінювання ефективності гнучкої методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін у медичних університетах

	Середнє арифметичне M_j	Дисперсія D_j	Стандартне відхилення s_j	Коефіцієнт варіативності v_j
Дидактична	89	81	9	0, 12
Інформаційно-змістова	82	96	9, 8	0, 13
Методико-експериментальна	86	210,5	14,5	0, 24
Інноваційність технології	89	153,76	12, 4	0, 12

Отже, експертне оцінювання розробленої дисертантом методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін в системі фахової підготовки лікарів та фармацевтів вказує на її відповідність сучасним вимогам, а відтак, підтверджує доцільність використання вироблених у процесі наукового дослідження форм, методів і засобів з метою інтеграції фундаментальної та фахової підготовки

майбутніх фахівців медичної галузі, підвищення їхньої пізнавальної та рівня сформованості фахових компетенцій.

Достовірність зроблених висновків забезпечувалась:

- репрезентативністю експериментальної вибірки в задля перевірки ефективності пропонованої методичної системи та циклічністю педагогічного експерименту, яка давала змогу вносити корективи та вдосконалювати дидактичну систему;
- вибором сукупності критеріїв, за якими оцінювалася ефективність методичної системи, а саме: навчальні досягнення, мотивація навчання, особистісна рефлексія навчальних досягнень, дієвість знань;
- системою оцінювання навчальних досягнень;
- коректним використанням методів статистичного аналізу при опрацюванні експериментальних результатів на всіх етапах педагогічного експерименту.

Спостереження за навчальною діяльністю студентів експериментальних та контрольних груп показують істотну відмінність у прийомах та підходах до навчальної діяльності, у мотивації навчання, самооцінці, дієвості здобутих знань. Доцільність проведеного дослідження, на наш погляд, є обґрунтованою, а ефективність методики підтверджена результатами педагогічного експерименту.

Висновки до розділу 5

У ході експериментальної роботи перевірялась ефективність розробленої гнучкої відкритої методичної системи вивчення фізико-математичних дисциплін у медичних університетах, яка базується на інтеграції фундаментальності та фахової спрямованості підготовки.

У процесі проведення і аналізу результатів експерименту виконано такі завдання: експериментально підтверджено доцільність реалізації принципу інтеграції фундаментальності та професійної спрямованості у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін; інтеграції класичних і нових засобів навчання; вивчено дидактичні можливості розроблених дисертантом засобів; розроблено

основні положення методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін, побудованої на засадах діяльнісного підходу до навчання та системного впровадження інноваційних технологій; визначено роль, місце і значення ІКТ у процесі вивчення фундаментальних природничо-наукових дисциплін студентами вищих медичних навчальних закладів.

Виявлено особливості розвитку пізнавальної активності та способів діяльності студентів медичних університетів на кожному з етапів їх навчально-пізнавальної діяльності на основі модульно-рейтингового підходу до вивчення фізико-математичних дисциплін, впровадження ІКТ, підвищенні мотивації до навчання, свідомому виборі власної навчальної траєкторії, реалізації принципу неперервної освіти.

Статистичний аналіз результатів експерименту показав, що застосування нових і класичних засобів навчання на основі їх інтеграції та принципу поєднання фундаментальності та професійної спрямованості підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів істотно підвищило основні показники ефективності навчання (рівень сформованості фундаментальних фізичних понять, володіння методами розв'язування задач, набуття дослідницьких навичок експериментування, міцність засвоєння знань, набуття компетенцій тощо).

Крім того, експеримент показав, що студенти, які навчалися за розробленою дидактичною системою, більш активно використовували набуті знання з фізики, математики, біологічної та медичної фізики при вивченні фахових і професійно орієнтованих фундаментальних дисциплін, а також при виконанні наукових досліджень.

Таким чином, проведені дослідження ефективності пропонованої методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін у медичних університетах показали її переваги над традиційною системою навчання як на рівні обов'язкових результатів навчання, так і на пошуковому рівні навчання. Доведено, що запропоновані теоретичні і методичні засади навчання медичної та біологічної фізики сприяють усвідомленому її вивченню й успішному застосуванню здобутих знань в подальшій професійній діяльності.

У процесі дослідження визначено основні критерії та показники, за якими перевірялась ефективність розробленої методики:

1) навчальні досягнення (рівні навчальних досягнень – низький, достатній, середній, високий, дуже високий);

2) мотивація навчання (рівень пізнавальної активності, індекс "комфортності");

3) рефлексія особистих навчальних досягнень (рівень розвитку критичного мислення через здатність до самооцінки власних навчальних досягнень з медичної та біологічної фізики, вищої математики);

4) дієвість отриманих знань (вміння застосовувати знання з фізико-математичних дисциплін до розв’язання фахових проблем та задач прикладного характеру).

Статистичний аналіз проводився за допомогою програми Excel, на основі результатів педагогічного експерименту, отриманих за такими схемами:

1) паралельний експеримент (триразове обстеження з контрольною групою);
2) послідовний експеримент (триразове обстеження без контрольних груп);

У деяких випадках використовували перехресний експеримент (триразове обстеження з псевдоконтрольною групою).

Результати аналізу статистичних даних показали, що в експериментальних групах за даними підсумкового контролю знань та вмінь студентів першого курсу медичних факультетів високий та дуже високий рівень (коефіцієнт засвоєння 75 %) якості знань з медичної та біологічної фізики мають 16 – 17% студентів, тоді як у контрольних групах 7 – 8 % ; достатній (50 % – 75 %) – 45 – 48 % студентів експериментальних груп, а в контрольних групах 33-34 %, середній (25 % – 50 %) – 30 – 35 % студентів експериментальних груп, а в контрольних 45 – 48 %; низький рівень (25 %) в експериментальних групах мали 3 – 6 % студентів, а в контрольних 9 – 12 % відповідно.

Результати експерименту дають змогу зробити висновок про кращу мотивацію до вивчення фізико-математичних дисциплін у експериментальних групах, оскільки більшість студентів досягли високого (17 %) та середнього (65 – 71 %) рівня, у контрольних групах – 13 % та 50–53 % відповідно.

Проведені дослідження засвідчили також:

- студенти експериментальних груп виявили кращу здатність до рефлексії особистих навчальних досягнень, оскільки 50 – 60 % студентів виявили високий рівень здатності до реальної самооцінки особистих навчальних досягнень, у контрольних групах цей показник становить 32 – 35 %;
- майже 20 % студентів експериментальних груп вважають, що здатні самостійно розв'язувати прикладні задачі фахового спрямування, а 50 – 54 % – частково, у контрольних групах – 9 – 11 % та 40 % відповідно;
- впродовж експериментального навчання майже вдвічі зросла кількість студентів, які вважають, що зможуть застосовувати набуті знання з фізики та математики до розв'язання фахових проблем і що ці знання сприяють вивченню інших фундаментальних та фахових дисциплін.

Для порівняння показників оцінювання розробленої методичної системи в експериментальних та контрольних групах здебільшого використовувалися непараметричні критерії – W- критерій Вілкоксона, U- критерій Вілкоксона–Манна–Уітні, у випадку нормально розподілених величин – критерій Стьюдента, χ^2 – критерій та метод множинних показників Шефе при довірчій ймовірності $p = 0{,}95$. Статистичний аналіз досліджуваних показників підтвердив наявність значущих відмінностей у рівнях навчальних досягнень, пізнавальній активності студентів, їх здатності до самооцінки і дієвості знань. Таким чином була підтверджена правильність гіпотези щодо ефективності розробленої методики навчання фізико-математичних дисциплін у медичних університетах. Проведене дослідження дає змогу зробити висновок про педагогічну доцільність апробованої моделі і зумовлює її подальшу реалізацію в навчальному процесі медичних університетів.

ВИСНОВКИ

Узагальнення результатів проведеного дисертаційного дослідження, дало підстави сформулювати загальні висновки, які підтверджують основні положення розробленої наукової гіпотези та концепції.

1. Об’єднання в рамках дисертаційного дослідження провідних ідей, основних положень та принципів філософії природознавства, педагогіки, психології, методики навчання фізики та математики, теорій системного та синергетичного підходів дало змогу розробити методологічні та організаційно-методичні основи цілісної методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін у медичному університеті, яка у структурно-організаційному аспекті розглядається як динамічний процес реалізації взаємопов’язаних і взаємозумовлених фундаментальної та професійної складових. Дидактична система є гнучкою і відкритою, що передбачає реалізацію принципів особистісно орієнтованої освіти, врахування специфіки обраної спеціальності, сучасних досягнень фізичної, біофізичної та медичної науки, суспільних потреб.

2. На основі історико-генезисного аналізу проблеми, вперше здійснена періодизація етапів становлення та розвитку фізики в системі медичної освіти: період становлення курсу фізики у системі медичної освіти (XVIII – початок XIX ст.); фізика – рівноправна та обов'язкова начальна дисципліна (початок XIX – середина XX ст.); етап профілізації курсу фізики (середина 50-х – початок 80-х років XX ст.); створення інтегрованого на базі суміжних дисциплін (математика, фізика, біологічна та медична фізика) курсу (початок 80-х – середина 90-х минулого століття); фахова профілізація курсу для спеціальностей “лікувальна справа”, “стоматологія” тощо (розпочався з середини 90-х минулого століття і триває дотепер). Виявлена тенденція до посилення фахової спрямованості курсу фізики у системі медичної освіти.

3. Проведено дослідження ролі та місця фізико-математичних дисциплін у системі сучасної вітчизняної медичної освіти, а також медичної освіти країн

ближнього та дальнього зарубіжжя. Виявлено актуальні проблеми та суперечності, що притаманні традиційній системі навчання фізико-математичних дисциплін в медичних університетах України. Розглядаючи природничо-наукову підготовку як базову системотвірну ланку фахових знань та компетенцій майбутнього лікаря, а також враховуючи провідну роль фізики в системі природознавства як цілісної науки про природу з найвищим рівнем природничо-наукової систематизації, проведено комплексне дослідження, яке засвідчило продуктивність фізичних знань у формуванні фундаменту когнітивного досвіду, інформаційної мобільності та наукового потенціалу майбутнього лікаря, системності та оперативності його мислення, забезпеченні дієвості знань на довготривалу перспективу.

4. Визначено конструктивні цілі навчання фізико-математичних дисциплін, які відповідають загальним цілям фахової підготовки лікаря, поєднують актуальні та перспективні потреби майбутніх фахівців медичної галузі. Здійснена декомпозиція цілей за такими категоріями: гносеологічні – формування наукового світогляду (розвиток цілісних уявлень про природу, про єдину наукову фізичну картину світу, про методи та методологію наукового пізнання); епістемологічні – формування загальнонаукових та спеціальних (таких, що необхідні для успішного оволодіння фаховими навчальними дисциплінами) умінь та видів діяльності; когнітивні – формування здатностей до дослідження та перетворення матеріального світу і живої природи, зокрема, на основі законів фізики, набуття фахових компетенцій, розвиток логічного та критичного мислення; морально-ціннісні – формування важливих у фаховій діяльності лікаря ціннісних пріоритетів гуманістичного, біоетичного, екологічного характеру.

5. Теоретично обґрунтована та розроблена концепція організації навчально-виховного процесу вивчення фізико-математичних дисциплін у медичному університеті на основі принципу взаємозв’язку фундаментальної та фахової підготовки. Виокремлено чинники загальнотеоретичного фундаменту професійної підготовки майбутнього лікаря, які забезпечують системність та функціональність знань фізики в умовах міждисциплінарної інтеграції: єдині методологічні принципи існування та розвитку всього матеріального світу, якими фізика об’єднує всі

природознавчі теорії; формування наукового потенціалу, системності та критичності мислення; цілісної наукової картини світу, системи світоглядних орієнтирів.

6. Відповідно до концепції розроблена дидактична модель реалізації навчальної діяльності, яка є прогностичною стосовно професійної діяльності фахівця медичної галузі і має трирівневу ієрархічну структуру: базове фізичне ядро, яке складають знання та розуміння головних логічних елементів фундаментальних фізичних теорій, а також знання про фізичні методи пізнання та перетворення об’єктивної дійсності; професійно зорієнтовані знання та вміння застосовувати методологію фізичної науки для дослідження біологічних об'єктів та використовувати отриману інформацію з діагностичною і лікувальною метою; третій рівень складає варіативна оболонка, орієнтована на формування конкретних функцій практичної діяльності, вмінь формулювати та обґрунтовувати судження, а також формувати здатність до самостійного навчання. Модель розроблена з дотриманням освітніх стандартів, врахуванням тенденції у сучасній вищій професійній освіті та перспектив її розвитку, орієнтована на поєднання інноваційних та традиційних технологій навчання.

7. Розроблено принципи конструювання інтегрованої навчальної дисципліни “Медична та біологічна фізика” з метою удосконалення її структури, оновлення та ущільнення змісту на основі інтеграції всіх розділів навколо такого ключового поняття як живий організм. При цьому зберігається внутрішня логіка фізичної науки, яка забезпечує концентрований виклад фундаментальних фізичних законів та принципів, виокремлення інваріантного ядра фундаментальних фізичних знань та варіативної фахово орієнтованої оболонки, що створює інтелектуальний фундамент для вивчення фахових дисциплін, забезпечує цілісність знань і їх усвідомлене використання у фаховій діяльності.

8. Показана ефективність інтеграції фундаментальної і фахової підготовки майбутніх лікарів через посилення принципу наступності шкільного і університетського курсу фізики. Розроблені рекомендації щодо профілізації базового курсу фізики у середній школі шляхом більш широкого використання елементів медичної та біологічної фізики; такий підхід сприятиме гуманізації

середньої фізичної освіти, підвищенню інтересу до фізики, динамізує процес її вивчення.

9. Розглядаючи самостійну роботу студентів як один з найважливіших при кредитно-модульній системі навчання вид діяльності, розроблена методика організації самостійної роботи з використанням проектної технології. Обґрунтована доцільність та розроблена методологія ефективного використання в самостійній роботі студентів медичного університету творчих дослідницьких робіт таких типів: дослідження фізичних властивостей біологічних об'єктів (під керівництвом автора виконувалися кристалооптичні дослідження, дослідження люмінесценції біологічних рідин при різних захворюваннях, дослідження електричних властивостей біологічних тканин тощо); комп'ютерне моделювання (під керівництвом автора здійснювалося моделювання фармакокінетичних процесів, явищ переносу через біологічну мембрану тощо); дослідження історичного аспекту важливих з фахової точки зору фізичних відкриттів.

10. Розроблена система моніторингу навчальних досягнень студентів при вивченні фізико-математичних дисциплін у медичному університеті, яка базується на дослідженні динаміки результатів навчання. Удосконалено методику оцінювання успішності студентів введенням у специфікацію показників, які характеризують рівень сформованості фахово важливих компетенцій. Розроблені практичні рекомендації по забезпеченню об'єктивності оцінювання через встановлення основних характеристик: валідності, надійності, розрізнювальної здатності. На основі статистичного аналізу результатів оцінювання успішності виявлено чинники, які знижують ефективність кредитно-модульної системи організації навчального процесу та оцінювання успішності за шкалою ECTS, а також розроблена система заходів, спрямованих на їх усунення (забезпечення єдності вимог до оцінювання в межах навчальної дисципліни; репрезентативність вибірки, за якою проводиться оцінювання; усунення відхилень закону розподілу кумулятивного показника від нормального; систематичне інформування студентів про динаміку їхніх рейтингових показників).

11. Ефективність запропонованої методичної системи навчання фізико-математичних дисциплін майбутніх лікарів підтверджено результатами констатувального, пошукового і формувального педагогічного експерименту. Одержані наукові результати навчання медичної та біологічної фізики та інших фізико-математичних дисциплін з використанням комп'ютерно-орієнтованого навчально-методичного комплексу засвідчили його ефективність і дають підстави рекомендувати до широкого впровадження у вищих медичних навчальних закладах. Створені навчальні посібники та підручники стимулюють мислення студентів, поглиблюють сприйняття навчального матеріалу, формують навички самоконтролю, надають навчально-пізнавальній діяльності студентів дослідницького спрямування і можуть бути використані викладачами медичної та біологічної фізики медичних університетів, а також викладачами та студентами вищих навчальних закладів природничого профілю: природничих факультетів класичних та педагогічних університетів, вчителями фізики загальноосвітніх навчальних закладів, учнями.

Практична реалізація та експериментальні дослідження засвідчили, що використання методичної системи забезпечує інформаційну та світоглядну цілісність навчання, інтелектуальну активність студентів; підвищує методологічний рівень викладання, сприяє оволодінню узагальненими видами діяльності та адаптації майбутнього лікаря до сучасних соціальних та технологічних умов.

Дослідження окреслює перспективи подальших наукових пошуків, серед яких першочерговими, на нашу думку , є:

- розробка дидактичної системи вивчення фізико-математичних дисциплін для нових спеціальностей «спортивна медицина» та «медична психологія»;
- оновлення змісту шкільної фізичної освіти шляхом більш широкого використання елементів фізики живого, біологічної та медичної фізики;
- дослідження зв'язків між фізико-математичними дисциплінами та дисциплінами циклу фахової підготовки, дослідження проблеми термінологічної та часової узгодженості всередині циклу фундаментальних природничо-наукових дисциплін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий: Учебная книга. – 3-е изд., доп. – М.: Центр тестирования, 2002. – 240 с.
2. Агапов П.Т., Максютин Г. В., Островерхов П.И. Лабораторный практикум по физике. – М.: Высш. шк., 1982.
3. Алексеев М.Н. Учебный предмет и его логическая структура. – М.: АПН СССР, 1968. – 194 с.
4. Алексюк А.М. Педагогіка вищої школи. Курс лекцій: модульне навчання; Навч. посіб. – К.: ІСДО, 1993. – 220 с.
5. Алешкевич В.А. Курс общей физики как основа физического образования // Физическое образование в вузах. – 1998. – № 3. – С. 5 – 8.
6. Амонашвили Ш.А. Личностно-гуманная основа педагогического процесса. – Мн.: Университет, 1990. – 500 с.
7. Анастази А., Урина С. Психологическое тестирование – СПб.: Питер, 2001. – 688 с.
8. Ангеловски К. Учителя и инновации: Книга для учителя. – М.: Просвещение, 1991. – 159 с.
9. Андреев В.И. Эвристическое программирование учебно-исследовательс-кой деятельности. – М.: Высш. шк., 1991. – 240 с.
10. Андрейчин С.М., Качор В.О. Медична освіта в Словацькій Республіці. – Тернопіль: ТДМУ, 2006. – 248 с.
11. Антонов В. Ф., Левинцев Н. М. Анализ целей изучения основного содержания курса “Медицинская и биологическая физика ” в процессе его формирования. М.: ММА им. И.М.Сеченова,1985 – 98 с.
12. Антонов В.Ф., Черниш А.М., Пасечник В.И и др. Биофизика: Учеб. для висш. учеб. заведений. – М.:ВЛАДОС, 1999. – 288 с.
13. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерностные основы и методы. – М.: Высш. шк., 1980. – 368 с.
14. Арцибашев С.А. Физика для студентов медицинских институтов. – М., 1931. – 240 с.

15. Атаманчук П.С. Теорія і методика управління пізнавальною діяльністю старшокласників у навчанні фізики: Дис.… д-ра. пед. наук. 13.00.02. – Кам'янець-Подільський, 2000. – 470 с.
16. Афанасьев В.Г.Системность и общество. – М.: Политиздат, 1980. – 368 с.
17. Ахиезер А.И., Готт В.С. Философский анализ эволюции физической картины мира //Философские основания естественных наук: Сб. науч. тр. – М.: Наука, 1976. – С. 31–56.
18. Ахмерова Р.У. Реализация принципа профессиональной направленности обучения в вузе средствами профилизации общенаучных дисциплин: Автореф. дисс. … канд. пед. наук. – Казань, 1988. – 16 с.
19. Бабанский Ю.К. Личностный фактор оптимизации обучения // Вопросы психологии. – 1984. – № 1. – С. 51– 57.
20. Баврин И.И. Высшая математика. – М.: Просвещение 1980. – 452 с.
21. Бахадирова З. Профессиональная направленность общеобразовательной подготовки студентов (на примере обучения физике в технических вузах). Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01, 13.00.02 – Ташкент, 1990. – 15 с.
22. Бащинский И.О. Статистика умеет много// Вестник высшей школы. – 1987. – № 8. – С. 35–39.
23. Беспалько В. П., Татур Ю.Г. Системно-методическое обеспечение процесса подготовки специалистов: Учеб.-метод. пособ. – М.: Высш. Шк., 1989. – 144 с.
24. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 190 с.
25. Бех І. Д. Особистісно зорієнтоване виховання: Наук.-метод. посібник. – К.: ІЗМН, 1998. – 204 с.
26. Бешелев С.Д., Гурувич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. – 363 с.
27. Биофизика / Под общ. ред. акад. АН СССР П.Г.Костюка. – К.:Вища шк. Головное изд-во, 1988. – 504 с.
28. Благодаренко Л.Ю. Особистісно орієнтоване навчання фізики в педагогічних класах: Дис. … канд. пед наук: 13.00.02. – К., 2003. – 222 с.

29. Блауберг И.Б., Садовский В.Н., Юдин Э.Г. Системный подход, предпосылки, проблемы, трудности. – М.: Знание, 1969. – 48 с.
30. Блауберг И.В., Садовский В.Н. Понятие целостности и его роль в научном познании. – М.: Знание, 1972. – 48 с.
31. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. – М.: Наука, 1973. – 270 с.
32. Богданов І.Т. Методика навчання загальної фізики на факультетах нефізичних спеціальностей у вищих навчальних педагогічних закладах: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – Запоріжжя, 2003. – 210 с.
33. Богданов К.Ю. Физик в гостях у биолога – М.: Наука, 1986. – 144 с.
34. Богданова І.М. Технології в освіті: Теоретико-методологічний аспект: Монографія. – Одеса: ТЕС, 1999. – 146 с.
35. Боголюбов В.М., Пономаренко Г.Н. Общая физиотерапия: Учебник. – М.: Медицина, 1999. – 432 с.
36. Бокарева Г. А. Дидактические основы совершенствования профессиональной подготовки студентов в процессе обучения общенаучным дисциплинам: Автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.01 / АПН СССР, НИИ общей педагогики. – М., 1988. – 38 с.
37. Болонський процес у фактах і документах (Сорбонна – Болонья – Саламака – Прага – Берлін) / Упоряд.: М.Ф. Степко, Я.Я. Болюбаш, В.Д.Шинкарук та ін. – Тернопіль: Вид – во “Економічна думка” ТАНГ, 2003. – 60 с.
38. Бондар В.І. Модульно-рейтингова технологія вивчення навчальної дисципліни (на матеріалі дидактики): Навч. Посіб. – К. – 1999. – 49с.
39. Бондар В.І. Педагогічний аналіз циклу навчально-виховного процесу. – К., 1993. – 86 с.
40. Бондар В.І. Теорія і практика модульного навчання у вищих закладах освіти (на матеріалі дидактики) // Освіта і управління, – 1999. – Т. 3 – № 1. – С. 19 – 40.
41. Бондарчук Ю., Чуйко Г., Чуйко Н. Удосконалення форм і методів навчання відповідно до вимог Болонського процесу. – Вища шк. – 2005. – №2. С. 35 – 41.
42. Бор Н. Единство знаний // Избр. науч. тр. – М.: Наука, 1971. – 275 с.

43. Борисенко Н.Ф. Об основах межпредметных связей // Сов. педагогика. – 1971. – №11. – С. 24 – 31.
44. Борисов Л.Б., Козьмин-Соколов Б.Н., Форвайдлин И.С. Система анализа и оценки интеграции в преподавании различных дисциплин в мединституте // Сов. здравохранение. – 1979. – №10. – С. 40 – 44.
45. Брунер Дж. Психология познания: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1977. – 412 с.
46. Брушлинский А.В. Субъект: мышление, учение, воображение: Избр. психологические тр. – М.: Ин-т практической психологии, 1996. – 392 с.
47. Буга П.Г. Создание учебных книг для вузов. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 80 с.
48. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы: Учеб. пособ. для студ. пед. ин-тов по физ.-мат. спец. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
49. Бугайов О.І. Стандарт шкільної фізичної освіти та способи його розробки// Діяльнісний підхід у навчально-пошуковому процесі з фізики і математики. – Рівне: РДПІ, 1996. – С. 3 – 9.
50. Бугайов О.І., Мартинюк М.Т. Генералізація навчальної діяльності учнів як умова підвищення її ефективності . – К.: Рад. шк. – 1976. – № 3. – С. 20 –24.
51. Будний Б.Є. Теоретичні основи формування в учнів системи фундаментальних фізичних понять: Дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02. – К., 1997. – 431 с.
52. Булавін Л.А. Фізика: Посібник для вступників до вищих навчальних закладів. – К.: Генеза. – 1993. – 127 с.
53. Буллах І. Моніторинг якості освіти медичного спрямування / В кн.: Моніторинг якості освіти: світові досягнення та українські перспективи / За ред. О.І.Локшиної. – К.: К.І.С., 2004. – 128 с.
54. Бутилин Ю.В., Курик М.В.., Манжара В.С., Стучинская Н.В. Люминесценция крови при ишемической болезни серца//Лікарська справа. – 1996. № 10– 12, С. 72 – 74.
55. Бушок Г. Особливості навчання й екзамену із загальної фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2000. – № 2. – С. 13 – 15.

56. Бушок Г.Ф., Колупаєв Б.С. Науково-методичні основи викладання загальної фізики: Монографія. – Рівне: Дівa, 1999. – 410 с.
57. Бюлетень Народного комісаріату освіти СРСР № 3, від 31 березня 1930 р.
58. Бюлетень Народного комісаріату освіти СРСР № 2 – 3, від 30 січня 1933 р.
59. Валицкая А. П. Философские основы современной парадигмы образо-вания // Педагогика. – 1997. – № 3. – С. 15 – 19.
60. Ван дер Верден. Математическая статистика: Пер. с англ. – М.: Иностр. лит. – 1960. – 343 с.
61. Вахтомин Н.К. Генезис научного знания. Факт, идея, теории. – М.: Наука, 1973. – 286 с.
62. Ващенко Л.М. Управління інноваційними процесами в загальній середній освіті: Монографія. – К.: Видавниче обєднання, 2005. – 380 с.
63. *Ведмеденко Е. Ю., Кувичка И. Н., Курик М. В., Стучинская Н. В.* Исследование электропроводимости сыворотки крови // Письма в ЖТФ. – Т. 66. – № 8. – 1994. – С. 117–123.
64. Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез. – М.: Машиностроение, 1982. – 143 с.
65. Вергасов В.М. Активизация познавательной деятельности студентов в высшей школе. – К.: Вища шк., 1985. – 176 с.
66. Вища освіта України і Болонський процес: Навчальний посібник/ М.Ф.Степко, Я.Я.Болюбаш, М.Ф.Степкота ін. За редакцією В.Г.Кременя. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2004. – 384 с.
67. Владимиров Ю.А., Рощупкин Д.И., Потапенко А.Я., Деев А.И. Биофизика: Учебник. – М.: Медицина, 1983. – 272с.
68. Войтвилло Е.К. Понятие. – М.: Изд-во МГУ, 1967. – 286 с.
69. Волков Ю., Войналович Н. Елементарна стохастика// Математика в школі – 2004 – №3. – С. 16 – 21.
70. Воловик П.М. Теорія імовірностей і математична статистика в педагогіці. – К.: Рад. шк., 1969. – 223 с.
71. Волькенштейн М.В. Биофизика. – М.: Высш. шк., 1987. – 592с.
72. Вороновский Д.Д. О применении графов в преподавании теоретической механики //

Сб. науч.-метод. статей по теоретической механике. – М.: Высшая школа. – 1981. – Вып. 10. – С. 31 – 35.

73. Выготский Л.С. Избранные педагогические исследования. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1956. – 518 с.
74. Выготский Л.С. Собр. соч.в 4-х томах. Т.4. – М.: Педагогика, 2003. – 242 с.
75. Выготский Л.С. История развития высших психических функций// Развитие высших психических функций. – М.: Педагогика, 1960. – 500с.
76. Гальперин П .Я. Методы обучения и умственное развитие. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – 45 с.
77. Гальперин П.Я. К исследованию интеллектуального развития ребенка// Вопр. психологии. – №1 . – с.15 – 25.
78. Гараев В.М., Куликов С.И., Дурко Е.М. Принципы модульного обучения// Вестник высшей школы. – 1987. – № 8. – С. 30 – 35.
79. Гатесель Ж. Преподавание физики в школах Франции и пути его совершенствования // Физика в школе. – 1977. – № 5. – С. 95 – 99.
80. Гельфгат І.М. Физика в таблицах для 7-11 кл. – М.: Гимназия. – 1997. – 82 с.
81. Генденштейн Л.Е., Гельфгат І.М., Кирик Л.А. Задачі з фізики. 8 кл. – Харків: Гімназія. Світ дитинства. – 1999. – 144 с.
82. Герасина Л.Н. Современная высшая школа в условиях реформирования образования. – Харьков, 1993. – 172 с.
83. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. Курс общей физики. Механика. – М.: Просвещение, 1979. – 260 с; Электричество и магнетизм, 1980. – 270 с; Оптика и атомная физика, 1981. – 240 с; Молекулярная физика, 1982. – 285 с.
84. Гершунский Б.С. Философия образования для XXI века (в поисках практико-ориентированных образовательных концепций). – М.: Совершенство, 1998. – 428 с.
85. Ги Лефрансуа. Прикладная педагогическая психология. –СПб.: Прайм ЕВРОЗНАК, 2005. – 416 с.
86. Гинецинский В.И. Знание как категория педагогики: Опыт педагогической когнитологии. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 144 с.

87. Гладун А.Д. Физика в технологическом обществе// Физическое образование в вузах. – 2001 – т.7 – №3. 2001.
88. Глоссарий терминов по технологии образования. – Женева: ЮНЕСКО, 1986. – 239 с.
89. Глас Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1976. – 496 с.
90. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и мтематическая статистика. – 2-е изд. – М.: Наука, 1977. – 416 с.
91. Гнеденко Б.В. Развитие теории вероятностей// Очерки по истории математики. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 247 с.
92. Голин Г.М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы. М.: Просвещение, 1987. – 127 с.
93. Головенко А.Г. Типологія інженерних задач//Нові технології навчання. Наук.-метод. зб.: Вип.13. – К.: ІСДО, 1995. – С.68 – 73.
94. Голубева О., Кагерманьян В., Савельєв А., Суханов А. Как реформировать общее естественнонаучное образование?// Высшее образование в России. – 1997 – №.2.
95. Голубева О.Н. Теоретические проблемы общего физического образования в новой образовательной парадигме. Автореф. дис.... док. пед наук: 13.00.02 /Санкт-Петербургский гос. пед. ун-т. – СПб., 1995. – 40 с.
96. Голубева О.Н., Суханов А.Д. Современный взгляд на структуру физики и ее отражение в учебном курсе// Физическое образование в вузах . – 1996 – т.2. – №.2 .
97. Гончаренко С.У., Мальований Ю.І. Світоглядні функції загальної середньої освіти// Педагогіка і психологія. – К.,1994 –№1. – С.44 –56.
98. Гончаренко С.У. Методи розв’язування задач. – К.: Либідь. – 1996. – 321 с.
99. Гончаренко С.У. Методологічні і теоретичні основи формування в учнів середньої школи природничо-наукової картини світу: Дис. ... докт. пед. наук у формі наук. доповіді: 13.00.01. – К., 1989. – 56 с.
100. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. – К.: Либідь, 1997. – 376 с.

101. Гончаренко С.У. Фізика. Основні закони і формули фізики. – К.: Либідь. – 1996. – 48 с.
102. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики: Посібник для вчителя. – К.: Рад. шк., 1990. – 205 с.
103. Гончаренко С.У., Пастернак Н.В. Проблема підвищення теоретичного рівня освіти // Педагогіка і психологія. – 1998. – № 2. – С. 16 – 19.
104. Горобець Ю.І., Кучко А.М. Вступ до фізики фрактальних структур. – К., 2000. – 146 с.
105. Готт В.С. Философские вопросы современной физики. 3-е изд. – М.: Высш. шк., 1988. – 343 с.
106. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.
107. Гусев С.С., Тульчинский Г.Л. Проблема понимания в философии. – М.: Политиздат, 1985. – 345 с.
108. Грищенко Г.П., Андронов В.М., Шут М.І. та ін. Галузеві стандарти вищої освіти. Напрям підготовки 0101. Педагогічна освіта. Спеціальність 6070100 Педагогіка і методика середньої освіти. Освітньо кваліфікаційна характеристика бакалавра. Програма підготовки бакалавра. – К., 2003. – 74 с.
109. Гронлунд, Норман Е. Оцінювання студентської успішності: Практ. посіб. – К.: Навч.-метод. центр ”Консорціум із удосконалення менеджмент-освіти в Україні”, 2005. – 312 с.
110. Гроссман С., Тернер Дж. Математика для биологов.: Пер с англ. – М.: Высш. шк.,1983. – 383 с.
111. Губанов М.И., Утенбергов А.А. Медицинская биофизика. – М.: Медицина., 1978. – 336 с.
112. Гуляев Ю.В. Физические поля и излучения человека: новые методи ранней медицинской диагностики // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2000. – №12. – С. 3 – 10.
113. Давыдов А.С. Биология и квантовая механика . – К.: Наукова думка, 1979.

114. Давыдов В.В. Виды обобщения в обучении – М.: Педагогика, 1972. – 423 с.
115. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения. – М.: Педагогика, 1986. – 240с.
116. Дахшлегер В.К. Лекция как метод работы в вузе// Сов. Педагогика – 1943. – №4. – С. 13 – 18.
117. Державна національна програма: Освіта. Україна XXI століття. – К.: Райдуга, 1994. – 49 с.
118. Джуринский А.Н. Зарубежная школа: современное состояние и тенденции развития. – М.: Просвещение, 1993. – 192 с.
119. Дик Ю.И. Проблемы и основные направления развития школьного физического образования в Российской федерации: Автореф. дис.... д- ра пед. наук: 13.00.02 / РАО, НИИ содержания и методов обучения. – М., 1996. – 59 с.
120. Дмитренко К.О., Коршак В.Є., Костюкевич О.І. та ін Повторимо фізику. – К.: Гала. – 1997 – 192 с.
121. Дмитриев Г.Д. Основные направления разработки современного образования в развитых капиталистических странах: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / АПН СССР, НИИ общей педагогики. – М., 1988. – 36 с.
122. Добро Л.Ф. Интегральный поход к обучению общей физике: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – М., 2000. – 185 с.
123. Доповідь міжнародної комісії по освіті для XXI ст.”Освіта: прихований скарб”// Ж.Делор, Париж. – Вид-во ЮНЕСКО, 1996.
124. Досвід Віденського медичного університету в реформуванні системи освіти: Перспективи співпраці/За ред. Л.Я.Ковальчука.– Тернопіль.: ТДМУ, 2006. – 290с.
125. Дубинчук О.С. До проблеми впорядкування педагогічної термінології // Педагогіка і психологія. – 1994. – №3. – С.37 – 43.
126. Дудел Дж., Рюехт Я. Физиология человека. В 4-х т., Т.2 Органы чувств. Т. 2. / Пер. с англ. под ред. П.Г. Костюка. – М.: Мир, 1985. – 238 с.
127. Ефименко В.Ф. Концепция эволюции физической картины мира в преподавании физики // Методы научного познания в обучении физике:

Межвузовский сб. науч. трудов. – М.: МОПИ им. Н.К. Крупской, 1986. – С. 9 – 16.

128. Ефимова Е.В. Как определить эффективность лабораторных занятий? // Вестник высшей школы. – М., 1977. – № 3. – С. 27 – 31.
129. Жалдак М.І., Михалін Г.О. Елементи стохастики з комп'ютерною підтримкою. – К.: Видавничий дім "Шкільний світ" , 2002. – 120 с.
130. Жмодяков А.Б. Дидактические и методические аспекты совершенствования курса общей физики в высших технических учебных заведениях: Автореф. дис… канд. пед. наук: 13.00.02 / АПН СССР, НИИ проф.-техн. педагогики. – М., 1984. – 16 с.
131. Журавлев И.К., Зорина Л.Я. Дидактическая модель учебного предмета // Новые исследования в пед. науках. – 1979. – № 1 (33). – С. 18 – 23.
132. Журавський В.С., Згуровський М.З. Болонський процес: головні принципи входження в Європейський простір вищої освіти. – К.: ІВЦ "Видавництво "Політехніка", 2003. – 200 с.
133. М.Є.Кучеренко, Ю.Г. Вервес, П.Г.Балан та ін. Загальна біологія: Підруч. для учнів 10-11-х кл. середніх загальноосвіт. шк. / – К.: Генеза, 1998. – 464 с.: іл.
134. Загальний курс фізики: Навч. посіб. для студ. вищих технічних і педагогічних закладів освіти. У 3т. Т. 3: Оптика. Квантова Фізика / За редакцією І.М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999. – 517 С.
135. Загальний курс фізики: Навч. посіб. для студ. вищих технічних і педагогічних закладів освіти У 3-Х Т. Т. 1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. / За ред. І.М.Кучерука:– К.: Техніка, 1999. – 536 с.
136. Загальний курс фізики: Навч. посіб. для студ. вищих технічних і педагогічних закладів освіти У 3-х т. Т. 2: Електрика і магнетизм. / За ред. І. М. Кучерука: – К.: Техніка, 2001. – 518 С.
137. Загвязинский В.И. Методология и методика дидактического исследования. – М., 1982. – 160 С.
138. Закон України "Про вищу освіту" // Освіта України. – 2002 . – 26 Лют. № 17. – С. 2 – 8.

139. Закон України “Про внесення змін і доповнень до Закону Української РСР “Про освіту”. – К.: Генеза, 1996. – 36 с.
140. Згуровский М.З., Доброногов А.В., Померанцева Т.Н. Исследование социальных процессов на основе методологии системного анализа. – К.: Наук. думка, 1997. – 220 с.
141. Згуровський М.З. Системна методологія передбачення. – К.: Івц "Видавництво "Політехніка", 2001. – 50 с.
142. Зинченко В.П. О Целях и ценностях образования // Педагогика, 1997. – №5. – С. 3 – 16.
143. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системы знаний. – М.: Педагогика, 1978. – 325 С.
144. Иванов В.Г. Физика и мировоззрение. – Л.: Изд-во Лгу, 1975. – 118 С.
145. Ильина Т.А. Системно-структурный подход к исследованию педагогических явлений // Результаты исследований в педагогике. – М., 1977. – С. 3 – 18.
146. Ильина Т.А. Системно-структурный подход к организации обучения. – М.: Знание, – 1972. – Вып. 1. – 72 с.
147. Иоффе А.Ф. Физика в средней школе //Физика в школе. –№ 5. –1957.
148. Исторический вестник Московской медицинской академии им. И.М.Сеченова. – 1995. – Т. III – С.97.
149. Ительсон Л.Б. Математические и кибернетические методы в педагогике. – М.: Просвещение. 1988. – 240 с.
150. Іваницький О.І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі. Монографія. – Запоріжжя: Прем’єр, 2001. – 266 с.
151. Інюшина Т., Ляшенко О. Електронне навчальне видання – підручник нового покоління // Професійно-технічна освіта. – 1999. – № 2. – С. 38 – 39.
152. Калита В.М., Стучинська Н.В. Фізика для учнів загальноосвітніх навчальних закладів та абітурієнтів. К.: Книга плюс, 2003. – 280 с.
153. Калита В. М., Стучинська Н. В. Фізика для учнів загальноосвітніх навчальних закладів та абітурієнтів. Механіка. – К.: Книга плюс, 2004. – 120 с.
154. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы

будущего. – 3-е изд. – М.: Эдиториал, 2003. – 288 с.

155. Каптерев П.Ф. Избранные педагогические сочинения:Книга для учителя:Из опыта работы. М.:Просвещение,1988. – 159 с.
156. Карасова И. С. Проблемы взаимосвязи содержательной и процессуальной сторон обучения при изучении фундаментальных физических теорий: Дисс. ... докт. пед. наук. – Челябинск: ЧГПУ, 1997. – 337 с.
157. Каташинська І.В. Історичні тенденції розвитку шкільної альтернативної освіти США// Теоретико-методологічні проблеми виховання дітей та учнівської молоді. Зб.наук.пр. – К.: Педагогічна думка, 1999. – С .67 – 74.
158. Качество знаний учащихся и пути его совершенствования / Под ред. М.Н.Скаткина,В.В.Краевского. - М.: Педагогика, 1978.
159. Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. – М.: Наука, 1967. – 436 с.
160. Кибец И.Н. Физика: Справочник для абитуриентов и студентов. – Харків: Фоліо – 2000. – 479 с.
161. Кирмайер М. Мультимедиа. – СПб:, BHV-Санкт-Петербург, 1994.
162. Кирик Л.А. Самостоятельные и контрольные работы по физике 10-11 кл. – М.: Гимназия. – 1998. – 124 с.
163. Китаев Н.Н. Групповые экспертные оценки. – М.: Знание, 1976. – 63 с.
164. Китайгородская Г.И. Формирование основ методологических знаний при изучении курса общей физики // Вопросы методики обучения физике и подготовки учителя физики: Сб. науч. тр. – М.: МПГУ, 1998. – С. 59 – 60.
165. Кларин М.В. Педагогическая технология в учебном процессе. Анализ зарубежного опыта. – М.: Знание, 1989. – 80 с.
166. Клещева Н.А. Курс физики как методологическая и методическая основа системы обучения студентов дисциплинам технического цикла в вузе Автореф. дис. … д-ра пед. наук: 13.00.02 /АПН СССР. – Владивосток, 2000. – 36с.
167. Клименюк А.В., Калита А.А., Бережная Є.П. Методология и методика педагогического исследования: Постановка цели и задач исследования: Учеб.

пособ. – К.: КГПИ, 1988. – 100 с.

168. Клос Е.С. Шляхи забезпечення наступності між середньою і вищою школою у вивченні фізики: Дис. … канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 1974. – 220 с.
169. Кодлюк Я.П. До проблеми функцій шкільного підручника // Проблеми сучасного підручника: Зб. наук. праць. – К.: Педагогічна Думка, 2000. – Вип. 2. – С. 28 – 31.
170. Козирський В.Г., Лень А.Є., Шендеровський В.А., Стучинська Н.В. Повернення із забуття імен українських вчених – один із чинників духовного відродження України. Проблеми інтеграції науково-освітнього потенціалу в державотворчому процесі. Збірник наукових праць. Тернопіль – Севастополь – Івано-Франківськ. – 2001. – с. 78 – 82.
171. Козловська І.М. Теоретико-методологічні аспекти інтеграції знань учнів професійно-технічної школи: Дидактичні основи: Монографія / За ред. С.У. Гончаренка. – Львів: Світ, 1999. – 302 с.
172. Колесник Т.В. Місце підручника з математики у розвитку пізнавальної діяльності // Проблеми сучасного підручника: Зб. наук. праць. – К.: Педагогічна думка, 2000. – Вип. 2. – С. 65 – 68.
173. Коллингс Е. Опыт работы американской школы по методу проектов. – М.: Новая Москва, 1926. – 196 с.
174. Колмогоров А.Н. Математика в ее историческом развитии. – М.: Наука, 1991. – 224 с.
175. Коменский Я.А. Великая дидактика // Избр. соч. – М., 1965. – С. 162.
176. Кондаков Н.И. Введение в логику. – М.: Наука, 1967. – 466 с.
177. Копнин П.В. Гносеологические и логические основы науки. – М.: Мысль, 1974. – 568 с.
178. Коржуев А.В., Рязанова Е.Л. Принцип профессиональной направленности обучения физике в медицинских институтах // Физическое образование в вузах. – 2000 – т. 6 – №2.
179. Корсак К.В. Фізика. Письмовий екзамен. – К.: Либідь. – 1992. – 218 с.
180. Корсак К. Інтегрований курс "Основи сучасного природознавства" як засіб

формування синергетичного світобачення студентів // Вища освіта України. – 2003. – № 2 – С. 94 – 98.

181. Корсунська Н.У. Модульне навчання: принципи організації та фактори ефективності // Професійно-технічна освіти. – 2000. – № 1. – С. 26 – 29.
182. Косоногов И.И. Основанія физики. Курсъ, читаный авторомъ студентамъ Медицинского Факультета. –К. – 1906. – 305 с.
183. Косоногов И.И. Основания физики. – К., 1906. – 444 с.
184. Костюк П.Г., Гродзинский Д.М.; Зима В.Л. и др. Биофизика. – К.: Вища шк.; 1988.
185. Красовський М. Деякі аспекти педагогічної підготовки вчителів США// Рідна школа. – 2001. – № 5. – С. 72 – 76.
186. Кредісов А.І. та ін. Менеджмент для керівників / А.І. Кредісов, Є.Г. Панченко, В.А. Кредісов. – К.: Знання, 1999. – 556 с.
187. Кремень В. Людина та освіта у вимірі економічної цивілізації // Дзеркало тижня. –2006. – №40(619).
188. Кремень В. Освіта і наука України: шляхи модернізації (факти, роздуми, перспективи). – К.: Грамота,2003. – 272 с.
189. Кремень В.Г. Освіта і наука в Україні – інноваційні аспекти. Статегія. Реалізація. Результати. – К.: Грамота,2005. – 216 с.
190. Крижановский В.Г. Основные сведения школьного курса. – К.: БАО. – 1999. – 94 с.
191. Крот Ю.Є. Фізика у визначеннях і таблицях. Для абітурієнтів. – К.: Ранок. – 1998. – 144 с.
192. Кузнецов В.И., Идлис В.Н., Гутина Г.М. Естествознание. – М.: Агор 1996 – 384 с.
193. Кузьмина Н.В. Методы исследования педагогической деятельности. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1970. – 114 с.
194. Куприянов А.В. Проблемы исследования учебных групп профессий и определение содержания профессиональной подготовки // Проблемы всеобщего профессионального образования молодежи: Сб. науч. тр. – Л.: ВНИИ ПТО,

1987. – С. 47 – 58.

195. Курик М.В., Боксер С.П. Стучинська Н.В. Вплив музики на фрактальну структуру ротової рідини// Письма в Жтф. – 2008. – №4, С.72 – 74.
196. Кучерук І.М., Дущенко В.П., Андріанов В.М. Обробка результатів фізичних вимірювань. – К.: Вища шк., 1981. – 213 с.
197. Кыверялг А.А. Методы исследования в врофессиональной педагогике. – Таллин: Валгус, 1980. – 334 с.
198. Кэмпбелл Д. Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях: Пер. С Англ.- М Прогресс, 1980. – 391 С.
199. Лабораторный и лекционный эксперимент по медицинской и биологической физике/ Под ред. Д.С.Кройтора, А.Н.Ремизова, В.О. Самойлова – Кишинёв: Лумина, 1983.
200. Ладика Р.Б. Повторимо курс фізики: Посібник для абітурієнтів.– Т.: Джура – 1999. – 272 с.
201. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel.– К.:МОРИОН – 2000. – 320 с.
202. Лапінський В.В., Терещук Б.М. Фізика. Основні поняття і закони. Для учнів і абітурієнтів. – К.: А.С.К. – 1998. – 279 с.
203. Левченко Т.И. современные дидактические концепции в образовании: Монография. – К.: Мауп, 1995. – 168 с.
204. Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения: в 2-х т. – т. 2. – М., 1983. – 317 с.
205. Леонтьев А.Н. Философия психологии. – М., 1994. – 256 с.
206. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. – М.: Педагогика 1981. – 165 с.
207. Лернер И.Я. Теория современного процесса обучения, ее значение для практики // Сов. Педагогика. – 1989. – № 11. – с. 11 – 17.
208. Ливенсон А.Р. Электромедицинская аппаратура. – М: Высш. шк. 1987
209. Ливенцев Н.М. Курс физики:Учебник для вузов. – М: Высш. шк. 1978. – 336 с.

210. Лігоцький А.О. Теоретичні основи проектування сучасних освітніх систем. – К.: Техніка, 1997. – 325 с.
211. Лобоцкая Н.Л., Мороз Ю.В., Дунаев А.А. Высшая математика: Учебник для вузов – М.: Высш. шк., 1987.
212. Логвинов И.И. Философия образования и педагогика: точка зрения дидакта//Педагогика. – 1997. – №3. – С. 105 – 110.
213. Ляшенко О.І. Трансформація наукової системи знання в навчальну//Проблеми освіти. Наук.-метод. зб. – К. ІСДО, 1995. – вип.3. – С. 71 – 74.
214. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.
215. Ляшенко О.І. Стучинська Н.В. Оцінювання успішності студентів. Перший досвід: досягнення та помилки// Педагогіка і психологія. – 2006. – №4(53). – С. 29–42.
216. Марчук Г.М. Математические модели в иммунологии. – М.: Наука, 1980. – 328с.
217. Масленникова Л.В. Взаимосвязь фундаментальности и профессиональной направленности в подготовке по физике студентов инженерных вузов: Автореф. Дис. … доктора пед наук: 13.00.02/ Мос. Пед. Гос. Ун. – М., 2001. – 40 с.
218. Маслоу А. Психология бытия. – М.: Рефлер-Бук, К.: Ваклер, 1997. – 202 с.
219. Махмутов М.И. Принцип профессиональной направленности обучения// Принципы обучения в современной педагогической теории и практике. – Челябинск: ЧГПИ, 1985. – С. 88 – 100.
220. Медвідь А.Г. Фізика в формулах, і аналогіях: Довідник для учнів, студентів та абітурієнтів. – К.: Богдан. – 1998. – 48 с.
221. Медведев Ю.Н. Типичные ошибки в тестовых заданиях //Химия в школе. – 2006. – №1. – С.19 – 24.
222. Мединский Е.Н. Лекция как метод учебной работы в педагогических учебных заведениях. – М.: Мос. гос. пед. ин-т., 1935.
223. Медсестринська теорія та концептуальна модель// Медсестринська програма поновлення у професії. – Каліфорнія: Громадський коледж ім. Грента Мак-

Юена, 1996. – 236 с.

224. Межпредметные связи естественно-математических дисциплин: пособие для учителей. Сб. Ст. / под ред. В.Н. Федоровой. – М.: Просвещение, 1980. – 208 с.
225. Мелешина А.М., Зотова И.К. О преподавании физики в вузе. – Воронеж: изд-во Воронежского ун-та, 1989. – 160 с.
226. Методы системного педагогического исследования: Учебн. пособ. / под ред. Н.В. Кузьминой. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – 172 с.
227. Минский М. Фреймы для представления знаний. – М.: Энергия, 1979. – 150 с.
228. Михалін Г. Математичний кругозір учителя математики та його формування у процесі навчання математичного аналізу//Математика в школі. – 2004. – №3. – С.12-16.
229. Могвинов И.И. Имитационное моделирование учебных программ. - М.: Педагогика, 1980. – 127 с.
230. Мостепаненко М. В. Философия и методы научного познания. – Л.: Лен-издат, 1972. – 263 с.
231. Мостепаненко М.В. Методология научного познания, ее предмет и сущность// Методология научного познания. Вып. 1. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. – С. 11 –36.
232. Москаленко В.Ф. Шляхи інтеграції Національного медичного університету ім. О.О.Богомольця у загальноєвропейський простір вищої освіти// Вища школа. – 2007. – № 2. – С. 3 – 10.
233. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. – М.: Просвещение, 1989. – 192 с.
234. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе. - М.: Просвещение, 1977. -168 с.
235. Національна доктрина розвитку освіти України // Освіта України. – 23 квітня 2002. – № 33. – С. 4 – 6.
236. Найсер У. Познание и реальность. – М.: Наука, 1989. – 192 с.
237. Ничкало Н. Національна доктрина розвитку освіти і педагогічна наука в Україні // Професійна освіта: педагогіка і психологія / За ред. Т.Левовицького, І.Вільш, І.Зязюна, Н.Ничкало. – Чихонстова – Київ, 2003. – 421 с.

238. Нісімчук А.С., Падалка О.С., Шпак О.Т. Сучасні педагогічні технології: Навч. посіб. – К.: ВЦ “Просвіта”; Пошуково-видавниче агентство “Книга Пам’яті України”, 2000. – 368 с.
239. Орлов Ю.М. Как определить эффективность учебной работы ? // Вестник высшей школы. – М.: 1986. – № 6. – С. 12 – 15.
240. Освітньо-кваліфікаційна характеристика спеціаліста за спеціальністю 7.110104 "Педіатрія" напряму підготовки 1101 "Медицина" – К.: Книга-плюс, 2004. – 23 с.
241. Освітні технології: Навч.-метод. посіб. / О.М. Пєхота, А.З. Кіктенко, О.М. Любарська та ін.; За заг. ред. О.М. Пєхоти. – К.: А.С.К., 2001. – 256 с.
242. Основні засади розвитку вищої освіти України в контексті Болонського процессу (документи і матеріали 2003 – 2004 рр.) / За редакцією В.Г.Кременя. – Тернопіль: вид-во ТДПУ ім. В.Гнатюка, 2004. – 147с.
243. Осноы копьютерной грамотности: Пособие для работников народного образования/ Под ред. А.А.Стогния – К.: Вища школа, 1988. – 21 с.
244. Павлов И.П. Полное собрание сочинений. Т. IV. – М. – Л., 1951. – 452 с.
245. Павловський К. Трансформації вищої освіти в XXI столітті: польський погляд.– К.: Навчально-методичний центр ”Консорціум із удосконалення менеджмент-освіти в Україні”, 2005. – 230 с.
246. Паркхерст Е. Воспитание и обучение по дальтонскому плану. IV. – М., 1924 – 34 с.
247. Пастушенко С.Н. Физика. Законы и справочник для абитуриентов. – К.: Диалог. – 1998 . – 63 с.
248. Педагогика и логика / Под. ред Г.П.Щедровицкого. – М.: Касталь: ТОО “Международный журнал “ Магистериум”, 1993, – 412 с.
249. Педагогічні технології у неперервній освіті: Монографія / С.О. Сисоєва, А.М. Алексюк та ін.; За ред. С.О. Сисоєвої. – К.: ВІПОЛ, 2001. – 502 с.
250. Пєхота О.М. Особистісно орієнтована освіта і технології / Наукові праці Києво-Могилянської академії. Педагогіка. – 2000. – Т. VII. – С.26 – 28.
251. Підаєв А.В., Передерій В.Г. Болонський процес в Європі. Що це таке і чи потрібен він Україні? Чи можлива інтеграція медичної освіти України у

європейський освітній простір: – Одеса: Одес. держ. мед. ун-т, 2004. – 192 с.

252. Планк М. Единство физической картины мира. – М.: Наука, 1966. – 156с.
253. Подласый И.П. Педагогіка. Новый курс: Учебник для студ.пед.вузов: В 2-х кн. – М., 2000
254. Поліхун Н.І. Розвиток творчої діяльності старшокласників у процесі навчання фізики з використанням проектної технології: Автореф..дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 2007. – 21 с.
255. Попов М.В. Філософія і медицина: Нарис про історію розробки філософських проблем медицини в НМУ ім. О.О.Богомольця – К.: Центр практичної філософії, 2001. – 148 с.
256. Почтаренко А.С. Фізика в таблицях і схемах: Довідкове видання. – К.: Логос, 1997. – 138 с.
257. Програма для середніх загальноосвітніх закладів: Фізика. – К.: Рад. школа, 1972. – 35 с.
258. Програми середньої загальноосвітньої школи: Фізика, астрономія. 7-11 класи / О.І. Бугайов, Л.А. Закота, В.С. Коваль, Г.В. Самсонова. – К.: Освіта, 1992. – 112 с.
259. Психологія: Підручник / Ю.Л.Трофімов, В.В.Рибалка, П.А.Гончарук та ін..; за ред. Ю.Л.Трофімова. – 5-те вид.,стереотип. – К. :Либідь, 2005. – 560 с.
260. Психологические и психофизиологические особенности студентов: Монография / Под ред. Н.М. Пейсахова. – Казань: Издательство Казанского университета, 1977. – 296 с.
261. Психология. Словарь/Под общ. ред. А.В. Петровского. - 2-е изд. – М.: Политиздат, 1990. – 494с.
262. Пурышева Н.С. Дифференцированное обучение физике в средней школе. – М.: Прометей, 1993. – 161 с.
263. Реньи А. Трилогия о математике: Пер. с венгерского. – М.: Мир, 1980.
264. Ремизов А.Н., Исакова М.Х., Максина Л.Г. Сборник задач по медицинской и биологической физике. – М.: Высш. шк., 1987.
265. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высш. шк., 1987. –

638 с.

266. Решетова З.А. Психологические основы профессионального обучения. – М.: Изд.-во Моск. гос. ун-та, 1985. – 208 с.
267. Ржецький М.М. Система дидактичних понять. // Програмоване навчання. – К., 1985. – Вип.22. – С. 10 – 21.
268. Романенко М.І. Освітня парадигма: генезис ідей і систем: Наукова монографія. – Дніпропетровськ: Промінь, 2000. – 159 с.
269. Роуэл Г., Герберт С. Физика / Пер. с англ. под ред. В.Г. Разумовского. – М.: Просвещение, 1994. – 576 с.
270. Рубин А.Б. Биофизика Т.1-2. – М.: Высш. шк., 1978.
271. Рубинштейн Д.Х. Отбор учебного материала и вопросы формирования фундаментальных физических понятий в курсе методики преподавания физики // Проблемы профессионально-методической подготовки учителя физики.. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 1979. – С. 87 – 90.
272. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 148 с.
273. Рубинштейн С.Л. Проблемы общей психологии. 2-е изд. – М.: Педагогика, 1976. – 416 с.
274. Румянцева Д.І., Гончарова В.П. Оновлення функцій управління школою/ Педагогічні інновації у сучасній школі. – К.: Освіта,1994. – 87с.
275. Русяев В.Ф. Физика. Основные понятия и законы: учеб. пособ. для слушателей подготовительных отделений, абитуриентов и студентов. – Симферополь: Сонат. – 1998. – 208 с.
276. Рыбаков А.И., Платонов Е.Е. Терапевтическая стоматология. – М.: Медицна, 176. – 287 с.
277. Савельев А.А. Памяти учителя// Новости радио. – 1925. – №14 – С. 23 – 25.
278. Савченко Н.Е. Ошибки на вступительных экзаменах по физике. – Мн.: Вышэйша шк., 1992. – 368 с.
279. Садовий А.І., Лега Ю.Г. Основи фізики (для студентів і поглибленого вивчення в ліцеях). – К.: Наукова думка. – 2001. – 415 с.

280. Садовский В.Н. Основания общей теории систем: логико-методологический анализ. – М.: Наука, 1974. – 205 с.
281. Самойлов В.О. Медицинская биофизика. –Л.: Изд-во ВМА, 1986.
282. Свердан П.Л. Вища математика:Аналіз інформації у математиці та медицині. – Львів: Світ, 1998.
283. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учеб. пособ. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.
284. Сергієнко В. Теоретичні і методичні засади навчання загальної фізики в системі фахової підготовки вчителя: Дис. … докт. пед. наук: 13.00.02. – К., 2006. – 470с.
285. Сергієнко В.П., Стучинська Н.В. Виховний потенціал курсу загальної фізики у вищому педагогічному навчальному закладі // Всебічний розвиток особистості студента: Матеріали наук.-практ. конф. / За ред. Д.О. Тхоржевського. – Ірпінь, 2001. – С. 463 – 467.
286. Сериков В. В. Личностно-ориентированное образование // Педагогика. – 1994. – № 5. – С. 16 – 21.
287. Сидоренко Е.В. Методи математической обработки в психологии – сПБ.: –Речь, 2006. –350 с.
288. Сисоєва С.О. Теоретичні і методичні основи підготовки вчителя до формування творчої особистості учня: Дис. … докт. пед. наук: 13.00.04. – К., 1997. – 428с.
289. Сисоєва С.О., Соколова І.В. Нариси з історії розвитку педагогічної думки: Навчальний Посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 308 с.
290. Скаткин М.Н. Методология и методика педагогических исследований. – М.: Педагогіка, 1986. – 152 с.
291. Скідін О.Л. Соціальні технології в управліні закладами освіти: Дис…Докт. соціол. наук: 22.00.06.- К.; 2001. – 442 с.
292. Сластенин В.А., Руденко Н.Г. О современных подходах к подготовке учителя // Педагог. – № 3. – 1999. – С. 5 – 16.
293. Слєпкань З.І. Методика навчання математики: Підруч. для студ. мат. спеціальностей пед. навч. закладів. – К.: Зодіак – Еко, 2000. – 512 с.

294. Слєпкань З.І. Психолого-педагогічні та методичні основи розвивального навчання математики. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2004. – 240 с.
295. Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности. – М.: Аспект– Пресс,1995.- 316с.
296. Соболев С.Л. Молодость и наука //Техника – молодежи. –1961. – №9.
297. Соколов И.И. История постановки методики физики в советских пединститутах / Под общей ред. П.И. Попова, А.П. Капустина. – М.: МГПИ, 1958. – 198 с.
298. Соколович Ю.А. Справочное руководство по физике с примерами решения для средней школы. – К.: Ранок, 1999. – 480 с.
299. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа. - М.: Высш. шк., 1974. - 192 с.
300. Социологический справочник / Сост. В.И.Тарасенко и др.; Под общ. ред. В.И.Воловича. – К.: Политиздат Украины, 1990. – 382 с.
301. Спирин Г.Г. Сколько физики нужно студенту? // Физическое образование в вузах. – 2001. – т.7. – №1.
302. Стоунс Э. Психопедагогика, психологическая теория и практика обучения. Пер. с англ. под ред. Н.Ф.Талызиной. – М.: Педагогика, 1984, 472 с.
303. *Стучинська Н. В.* Рідинні кристали – основа медичної біофізики // Серія: Педагогічні науки. – Херсон: Айлант, 2000. – Вип. 15. – С. 219–224.
304. *Стучинська Н. В.* Інтегративні курси у вищій медичній освіті // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки. – Чернігів, 2002. – Вип. 14. – Т. 2. – С. 216–219.
305. *Стучинська Н. В.* Реалізація концепції особистісно орієнтованого навчання при вивченні курсу біофізики у вищих медичних навчальних закладах // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ, 2002. – Вип. 42. – С. 208–214.
306. *Стучинська Н. В.* Елементи біологічної та медичної фізики на уроках фізики // Наукові записки. Зб. наукових праць НПУ ім. М. П. Драгоманова – К.: НПУ, 2002. – Вип. 48. – С. 35–42.

307. *Стучинська Н. В.* Роль та місце фундаментальних дисциплін у системі вищої медичної освіти // Наукові записки. Зб. наукових праць Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету: Серія педагогічна: Дидактика дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець–Подільський державний університет, 2002. – Вип. 8. – С. 319–324.

308. *Стучинська Н. В* Система оцінювання як засіб педагогічної діагностики і стимулювання навчальної діяльності студентів при вивчені загально природничих дисциплін // Проблеми трудової і професійної підготовки: Наук.-метод. зб. – Слов'янськ: СДПУ, 2003. – Вип. 8. – С. 41–48.

309. *Стучинська Н. В.* Фізика та медична освіта // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – № 4. – С. 38–42.

310. *Стучинська Н. В.* Логіко-дидактична структура курсу "Медична та біологічна фізика" // Збірник наукових праць. – К.: Науковий світ, 2004. – С. 239–245.

311. *Стучинська Н.* Оцінювання успішності за шкалою ECTS: переваги та недоліки // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2006. – Вип. 66. – Частина 2. – С. 76–81.

312. *Стучинська Н. В.* Психологічні засади організації особистісно орієнтованого навчання у медичному ВНЗ // Педагогіка та психологія. – 2006. – № 2(51). – С. 44–55.

313. *Стучинська Н. В.* Теорія та практика формування стохастичної культури // Математика в школі. – 2006. – № 7. – С. 11–15.

314. *Стучинська Н. В* Моделювання як засіб реалізації діяльнісного підходу при вивчені курсу "Медична та біологічна фізика та медична апаратура у вищих медичних навчальних закладах" // Вісник Чернігівського педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки. – Чернігів: ЧДПУ ім. Т. Г. Шевченка, 2006. – Вип. 36. – Т. 2. – С. 99–105.

315. *Стучинська Н. В.* Вивчення дисциплін фізико-математичного циклу у медичних університетах: відбір змісту та структурування навчального матеріалу // Молодь і ринок. – № 4 (19). – 2006. – С. 38–45.

316. *Стучинська Н. В.* Роль і місце математичних методів в курсі фізики середньої школи // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. Серія

педагогічна: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, 2006. – Вип. 12. – С. 79–82.

317. *Стучинська Н. В.* Оцінювання успішності студентів за шкалою ECTS // Проблеми якості освіти: теоретичні та практичні аспекти. – Матеріали методологічного семінару АПН України. 15 листопада 2006 р., Київ. – К.: СПД Богданова А. М., 2007. – С. 256–262.
318. *Стучинська Н. В.* Фундаментальна природничо-наукова підготовка майбутніх лікарів у контексті сучасної освітньої парадигми // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики і підручника фізики (астрономії) в умовах формування європейського простору вищої освіти. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, 2007. – Вип. 13. – С. 105–106.
319. *Стучинська Н. В.* Організація самостійної роботи студентів у процесі вивчення "Медичної та біологічної фізики" з використанням проектної технології // Засоби реалізації сучасних технологій навчання. Наукові записки. – Вип. 72. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2007. – Частина 2. – С. 224–227.
320. *Стучинська Н. В.* Освітньо-інформаційне середовище як засіб інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів при вивченні фізико-математичних дисциплін // Вісник Чернігівського пед. ун-ту ім. Т. Г. Шевченка: Серія: Педагогічні науки. – Чернігів: ЧДПУ, 2007. – Вип. 46. – Т. 2. – С. 108–116.
321. *Стучинська Н. В.* Задачі зі стохастики для біологів. Природничий напрямок освіти // Математика в школі. – 2007. – № 3. – С. 34–38.
322. *Стучинська Н. В.* Роль і місце фізики у системі медичної освіти: історичний аспект дослідження // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету: Педагогічні науки. – Бердянськ: БДПУ, 2008. – № 5. – С. 128-134.
323. *Стучинська Н. В.* Принцип наступності при вивченні фізико-математичних дисциплін майбутніми лікарями та фармацевтами // Наукові записки. – Вип. 77. –

Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2008. – Частина 2. – С. 104–109.

324. *Стучинська Н. В.* Інформаційно-комунікаційні технології як засіб інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів та фармацевтів при вивченні фізико-математичних дисциплін // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. П. Тичини: В 4-х ч. – Умань.: СПД Жовтий, 2008. – С. 158–167.
325. Стучинська Н.В. Інтеграція фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів при вивченні фізико-математичних дисциплін у медичному університеті: Монографія. – К.: Книга плюс, 2008. – 412 с.
326. *Стучинская Н. В.* Система тестирования как средство педагогической диагностики при модульном изучении фундаментальных дисциплин в медицинском университете // Управление качеством обучения в системе непрерывного профессионального образования (в контексте Болонского соглашения): Сборник научных трудов XII Международной научно-методической конференции. – Москва, 2006. – Вып. 10. – Т. 1. – С. 255–259.
327. *Стучинська Н. В.* Оцінювання успішності за шкалою ECTS: ретроспективний погляд на вихідні положення // Інтеграція української медичної освіти в європейський та американський медичний простір: Матеріали навчально-наукової конференції. – Тернопіль: ТДМУ, 2006. – С. 233–236.
328. Сусь Б.А., Шут М.І. Проблеми дидактики фізики у вищій школі: Наук.-метод. видання. – 2-ге вид. випр. і доп. – К.: ВЦ “Просвіта”, 2003. – 155 с.
329. Сухомлинський В.О. Вибрані твори. В 5 т.– Т. 3. Серце віддаю дітям. Народження громадянина. Листи до сина. – К.: Рад. шк., 1977. – 670 с.
330. Сучасна вища школа: психолого-педагогічний аспект: Монографія/ За ред. Н.Г. Ничкало. – К.: 450 с.
331. Сучасні шкільні технології. Ч. І / Упоряд. І. Рожнятовська, В. Зоц. – К.: Ред. загальнопед. газ., 2004. – 112 с.
332. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 334 с.

333. Талызина Н.Ф. Формирование познавательной деятельности младших школьников. – М.: Просвещение, 1989. – 175 с.
334. Талызина Н.Ф., Печенюк Н.Г., Хихловский Л.Б. Пути разработки профиля специалиста. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1987. – С. 44 – 46.
335. Тамм И.Е. Основы теории електричества. – М.: Знание, 1956. – 467с.
336. Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В.В. Краевского, И.Я. Лернера. – М.: Педагогика, 1983. – 352 с.
337. Тестова перевірка знань учнів / За ред. Н.М. Розенберга. – К.: Рад. шк., 1973. – 168 с.
338. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика: Учебник для студ. вузов, - Х.: Золотые страницы, 2003.- 704 с.: ил.
339. Тичина І.І., Ващенко О.П. Модульний принцип побудови навчального курсу як засіб стимуляції самостійної роботи студентів // Фундаменталь- на та професійна підготовка фахівців з фізики: Матеріали ІІІ Всеукраїнської конф. (5-6 червня 1998 р.). – К.: НПУ, УЗМН АПН України, 1998. – Ч. І. – С. 27 – 31.
340. Торкин А. Высшее образование: системный подход.//Высшее образование в России. – 1999. – №4. – С. 45-51.
341. Тулинцев А.Е. Индивидуализация обучения студентов на практических занятиях по курсу общей физики как одно из условий повышения эффективности профессиональной подготовки: Автореф. дис. … док. пед. наук: 13.00.02 / Московский гос. пед. ун-т. – М, 1995. – 40 с.
342. Уинстон П. Искусственный интеллект. – М.: Прогресс, 1987. – 549 с.
343. Уошборн К. Новые школы западной Европы/ Пер. с англ. Е.Дьяконовой и Е. Порецкой. – М.: Посредник, 1928. – 85 с.
344. Усатенко С.Т. Фізика. Механіка. Розв’язування задач. – К.: КМУЦА. – 2001. – 80с.
345. Усатенко С.Т. Фізика: Навч. посіб. для вступників у вузи. – К.: КМУЦА. – 1999. – 205 с.
346. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. – М.: Педагогика, 1986. – 168 с.

347. Ушинский К.Д. Собрание сочинений: В 11 т. Т. 10: Материалы к третьему тому “Педагогической антропологии” // АПН РСФСР. – М.; Л., 1950. – 666 с.
348. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Т.1: Пер. с англ. – М.: Мир – 1984. – 528 с.
349. Физика и научно-технический прогресс: Пособие для учителей // В.Г. Разумовский, А.Т. Глазунов, В.А. Фабрикант и др.; Под ред. В.Г. Разумовского и др. – М.: Просвещение, 1980. – 159 с.
350. Физиология человека. Под. ред. Шмидта Р., Тевса Г. М.:Мир, 1996.
351. Філософський словник / За ред. В.І. Шинкарука. – К.: Голов.ред. УРЕ, 1986. – 800 с.
352. Філософський словник / За ред. І.Т. Фролова. – М.: Політвидав, 1987. – 590 с.
353. Фіра Л.С., Острівка О.І., Сидоренко О.Л., Лихацький П.Г. (Чехія): погляд на систему освіти.– Тернопіль.:ТДМУ – 2006. – 100 с.
354. Фоминых Р.П. Профессиональная направленность обучения физике в техническом вузе: Автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.02 – Челябинский гос. пед. ин-т., 1986. – 17 с.
355. Фуллан М. Сили змін: вимірювання глибини освітніх реформ / Пер. з англ. Г.Шиян та Р.Шиян. – Львів: Літопис, 2000. – 269 с.
356. Фурман А. Підручник у модульно-розвивальній системі: зміст, структу-ра, оформлення // Рідна шк. – 2000. – № 7. – С. 23 – 31.
357. Фурман А.В. Модульно-розвивальне навчання: принципи, умови, забезпечення: Монографія. – К.: Правда Ярославичів, 1997. – 340 с.
358. Хакен Г. Синергетика: иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Пер. с англ. Ю.А.Данилова; Под ред. и с предисл. Ю.Л. Климантовича. – М.: Мир, 1985. – 419 с.
359. Холл Келвин С., Линдсей Гарднер Теория личности: Пер. с англ. И.Б. Гришпун. – М.: ЭКСМО-Пресс, 2000. – 592 с.
360. Холличер В. Природа в научной картине мира. – М.: Прогресс, 1966. – 470 с.
361. Холодная М.А. Психология интеллекта: Парадоксы исследования. – 2-у изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2002. – 272 с.

362. Цехмістер Я.В., Сергієнко В.П., Стучинська Н.В., Струменська О.М. Посилення пізнавального інтересу студентів на основі використання елементів фізики живого // Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики: Матеріали III Всеукр. наук. конф.5-6 червня 1998 р. – К.: НПУ, ІЗМН АПН України, 1998 Ч. 1. – С. 76 – 79.
363. Чалий О. В., Стучинська Н.В., Меленєвська А.В. Вища математика для лікарів та фармацевтів: Навч. посібник для студ. вищих мед. навч. закладів. – К.: Техніка , 2001– 200 с.
364. Чалий О.В. Синергетичні принципи освіти та науки: Монографія. – К.: АПН України, НМУ ім. О.О. Богомольця. – 2000. – 253 с.
365. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Меленєвська А.В., Мурашко М.І., Радченко Н.Ф., Стучинська Н.В., Цехмістер Я.В. Медична і біологічна фізика: Підручник для студентів вищих медичних закладів освіти III – IV рівнів акредитації т.І. – К.: Віпол, 1999 – 425 с.
366. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Меленєвська А.В., Мурашко М.І., Радченко Н.Ф., Стучинська Н.В., Цехмістер Я.В. Медична і біологічна фізика: Підручник для студентів вищих медичних закладів освіти III – IV рівнів акредитації т.II – К.: Віпол, 2001– 415 с.
367. Чалий О.В., Стучинська Н.В. Модульна технологія вивчення курсу „Медична та біологічна фізика" у медичних університетах // Молодь і ринок. – 2005. – №3(13) – С. 23 – 29.
368. Чалий О.В., Олійник О.І., Стучинська Н.В. Вимірювання фізичних величин. Оцінка точності вимірювань – К.: Друкарня НМУ. – 2007. – 56 с.
369. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Меленєвська А.В., Мурашко М.І., Радченко Н.Ф., Стучинська Н.В., Цехмістер Я.В. Медична і біологічна фізика: Підручник для студентів вищих медичних закладів освіти III – IV рівнів акредитації. –2005. – К.: Книга плюс – 760 с.
370. Чалий О. В., Агапов Б. Т., Цехмістер Я. В., Меленєвська А. В., Радченко Н. Ф., Стучинська Н. В. та ін. Медична і біологічна фізика. Практикум. – К.: Книга плюс, 2003. – 217 с.

371. Чернова Н.М. Использование новых информационных технологий при изучении физики в вузе // Современный физический практикум: Материалы V конф. стран Содружества. – Новороссийск, 1998. – С. 215 – 216.
372. Чошанов М.А. К вопросу о проблемно-модульном обучении // Ср. спец . обр. – 1991. – №7– С. 10 – 13.
373. Шапиро А.И., Бодик В.А. Оригинальные методы решения физических задач: Пособие для учителя. – К.: Магистр – S, 1996. – 160 с.
374. Шаронова Н.В. Методика формирования научного мировозрения учащихся при обучении физике. – М.: МП “Мар”, 1994. – 183 с.
375. Шацкий С.Т. // Собр. соч. Т.1. – М., 1962. – С. 20.
376. Шведов Ф.М. Введение в методику физики. – Одесса, 1984. – 33 с.
377. Швейцер А. Культура и этика. – М.: Прогресс, 1973. – 343 с.
378. Шевирєв С.П. История императорского Московского университета, написанная к столетнему юбилею. Т.IV. – М.: МГУ, 1998. – С. 125.
379. Шишкин Г.А. Формирование у студентов-физиков педагогических институтов профессиональной готовности к организации исследовательской работы с учащимися: Дис. … канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 1999. – 254 с.
380. Шунда Н.М., Томусян А.А., Трохименко В.С. Ергономічна якість навчальних посібників з математики // Проблеми сучасного підручника: Зб. наук. праць. – К.: Педагогічна думка, 2000. – Вип. 2 – С. 51 – 55.
381. Щукина Г. И. Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся. – М.: Педагогика, 1988. – 208 с.
382. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. IV. – М.: Наука, 1967. – 599 с.
383. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. – М.: Наука, 1965. – 246 с.
384. Эйнштейн А. Массы вместо единиц // Изобретатель и рационализатор –1979. – №1. – С.3 – 14.
385. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании / Г.М. Добров, Ю.В. Ершов, Е.И. Левин, Л.П. Смирнов. – К.: Наукова думка, 1974. – 160 с.
386. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. – К.: Наук. думка, 1977. – 136 с.

387. Эллис А., Фоутс Д. Педагогические инновации: Пер. с англ. - М.: ИТП и МИО, 1993. – 105 с.

388. Эссаулова И.Л., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. – М.: Высш. шк., 1987. – 271с.

389. Юдин Э.Г. Системный подход и принцип деятельности – М.: Наука, 1978. – 516с.

390. Юцявычене П.А. Теоретические основы модульного обучения: Автореф. дис. … докт. пед. наук: 13.00.01 / Вильнюсский ун-т, 1989. – 33 с.

391. Якиманская И.С. Разработка технологии личностно ориентированного обучения // Вопросы психологии. – 1995. – № 2. – С. 35 – 41.

392. Якобсон П.М. Психологические проблемы мотивации поведения человека. – М., 1979. – 235 с.

393. Ahmad R., Piccoli G., Ives B. Effectiveness of virtual learning environments in basic skills business education: a field study in progress // Proceedings of 19th International Conference on Information Systems. – Helsinki, 1996. – P. 10 – 15.

394. *Baidakov V. V., Ermakov V. N., Gorin A. E., Kolomoets V. V., Stuchynskaya N. V.* Metal – Insulator transition in Degenerately doped Si and Ge High Uniaxial Pressure // Phys. Stat. Sol(b). – 1996. – V. 198. – № 1. – P. 149–152.

395. 37. *Baidakov V. V., Ermakov V. N., Gorin A. E., Grigorev N. N., Kolomoets V. V., Kudikyna T. A., Stuchynskaya N. V., Shenderovskii V. A.* Low – Temperature Impurity Breakdown model of Streaming // The Physics of semiconductors – V. 1. – 1996 – P. 129–132.

396. Bertalanffi L. von. General system Theory: Foundations, development, applications. – New York: Braziler, 1968.

397. Biofisika. Podrecznik dla studentov pod redakcja prof.dr. hab. F. Jaroszyka. – Warszawa, 2006. – 263 p.

398. Bloom B. All Our. Children Learning – New-York, 1981.

399. Broadfood P. Teaching and the Challenge of Change: educational research of in relation to teacher education // European Journal of Teacher Education. – 1992. –

Vol. 15. – № 1-2. – P. 45 – 53.

400. Bruner J.S., Goodnow J.Y., Hustin G.A. A Study of Thinking. – New-York: John Wiley and Sons, 1956, P. 76 – 85.
401. Carol J.B.A. Model for Learning // Teachers College Record. – 1963. – 64. P. 723 – 724.
402. Clark B.R. Places of Inquiry: Research and Advanced Education in Modern Universities, Berkeley: University of California Press, 1995 p.139.
403. Combs A. Some Basic Concepts for Teacher Education // Journal Teacher Education. – 1972. – № 22. – P. 286 – 290.
404. Combs A., Wass H. Humanizing the Education of Teachers // Theory into Practice. – 1974. – April. – P. 124 – 131.
405. Dewey G. How We Think: a Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educational Process. – Boston, 1933. – 126 p.
406. Dossier. Universite: – passeport pour l'emploi// Le mond de l'education. – 2001. – n. – 289, fevier. – P. 22 – 39.
407. Education at a Glance: OECD Indicators – 2006 Edition. – Paris. OECD Publications, 2006. – http: // www. oecd.org./ document Education.
408. Embertson S. Applications of cognitive design systems to test development : Cognitive assessment : A multidisciplinary perspective / New–York. – 1994. – P. 107 – 135.
409. EU Commission Communiqué. The Role of Universities in the Europe of Knowledge, 5th March 2003, COM 58 final, Brussels.
410. Faculty of Medicine, Comenius University in Bratislava. – Bratislava: Issued by Comenius University in Bratislava, 2005–06. – 167 p.
411. Gilbert Alan D. The Virtual and the Real in the Idea of a University // Proceedings of ""The Virtual University?" Symposium. – The University of Melbourne, 1996. – P. 25 – 29.
412. Gilmorre Ch. Soul-Centered Education. – London: South-East Connection. – 1994.– April/July. – P. 7 – 10.
413. Goldschmid B., Goldschid M. Modular Instraction in Higher Education: a Rewiev

// Higher Education, 1973. – № R 2. – P. 15 – 32.

414. Higher Education: Quality, Equity, and Efficiency (Background Report)/ Meeting of OECD Education Ministers, 27-28 June / Athens. – www. oecd.org./ edu / higher.
415. Hobbie, Rusell K. Intermediate physics for medicine and biology / Rusell K., Hobbie.-3d ed.P.575. – Springer-Verlag, New–York, Inc.
416. Hurst R.N., Postlethwait S.N. Minicourses at purdue university: an interins report in J.G.Greger, D.L.Murray eds, the use of modules in biological sciences, the American institute of biological sciences, 1971. – P. 29 – 38.
417. Jonassen D. Objectivism versus Constructivism: Do We Need a New Philosophical Paradigm, Educational Technology, Research and Development (39:3), 1991. – P. 5 – 14.
418. Kadanoff L.P. Greats Physics Today. – 1994. – 4, p. 9 –11.
419. Key Cometencies. A developing concept in general compulsory education. – Brussels: Euridice, 2002. – 158p.
420. Linn R.L., Gronlund N.E. Measurement and Assessment in Teaching/ 8th ed. – Upper Saddle River, New–York: Merrill / Prentice Hall, 2000.
421. Maslow A. The psychology of science. – New–York: Harper and Row, 1968.
422. Murray H.A. Explorations in personality. – New–York: Oxford, 1938.
423. Nias J. Teaching and the Self // Holly M.L., McLoughlin C.9 (eds) Perspectives of Teacher Professional Development. – Lewes: Falmer Press, 1989. – P. 155 – 170.
424. Norris D. Transforming Higher Education Unleashing the Power of Perpetual Learners // Proceedings of "The Virtual University?" Symposium. – The University of Melbourne, 1996. – P. 53 – 57.
425. NSF, Science and Engineering Indicators 2002, Arlington, Da; Washington, DC: National Science Foundation.
426. OESD, (1970) Caps in Technology: comparisons between member countries in education, research and development, technological, innovation, international exchanges, OECD.
427. Pascual-Leone J. A mathematical model for the transition rule in Piaget's development stages. /Acta Psychologica. – 1970. – Vol. 32. P. 301–345.

428. Pascual-Leone J. Organismic processes for neo-Piagetian theories; A dialectical causal account of cognitive development. / International J. Psychology. – 1987. – Vol. 22. – P. 531–570.
429. Porter, M. E., Schwab, K., Sachs, J., (et al), National Innovation Capacity, in: The global Competitiveness Report 2001-2002: World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2001, New–York: Oxford University Press, 2002. – P.24.
430. Qrstein J., Levin H.M. Foundation of Education. // Houghton Mifflin Company, 1989. – P. 621.
431. Rogers C. Freedom to Learn for 80's. - Merrill, 1984. – P. 101.
432. Rogers K. Making the Case for Open Education Teacher. – 1973. – April. – P. 29–30.
433. Rugg H., Shumaker A. The Child-center School. – N.Y., 1928.
434. Russell J.D. Modular instruction. A. Gwide to the design, selection, utilization and evaluation of modular materials. –Minneapolis, Minnesota: Burgess Rublishing company, 1974. – 164 p.
435. Skinner B.F. The Science of Learning and the Art Teaching//Harvard Education Review. – 1968. – Vol.38 (4). – P. 688.
436. Staufer D., Stanley H.E. From Newton to Mandelbrot: a primer in theoretical Phisics, 1990.
437. Schumpeter Y. Business cycles: theoretical, history and statistical and lysis the capitalist process. – New–York, 1939.
438. The Benefits of a Competency-Based System / Western Governors University [nline: http:// www.wgu.edu/wgu/academics/comp_benefits.html]
439. Wybrane zagadnienia z biofisiki Pod redakcja prof.dr. hab. S. Miekisza dr. A.Hendricha Jaroszyka. –Wroclaw, 1998. –364 p.
440. Статистика JSI за 1991–2005 pp.
441. http://www/nwlink.com/~donclark/hard/bloom.html.