

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

# Науковий часопис

НАЦІОНАЛЬНОГО  
ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА

СЕРІЯ 3

ФІЗИКА І МАТЕМАТИКА У ВИЩІЙ І  
СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ

ВИПУСК 12

Київ 2013

**Фахове видання, затвержене Президією ВАК України, протокол № 1-05/8 від 22.12.2010р.**

**НАУКОВИЙ ЧАСОПИС** НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. наукових праць – К.:НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. – № 12. – 149 с.

У часописі розглядаються актуальні питання викладання фізики і математики у вищій і середній школі, висвітлюються сучасні проблеми дидактики фізики і математики у загальноосвітніх навчальних закладах.

Свідоцтво про державну *реєстрацію друкованого засобу масової інформації*  
*КВ № 8809 від 01.06.2004 р.*

**Редакційна рада:**

Андрущенко В.П.	доктор філософських наук, професор, член-кореспондент НАН України, академік НАПН України, ректор НПУ імені М.П. Драгоманова ( <i>голова Редакційної ради</i> )
Авдієвський А.Т.	почесний доктор, професор, академік НАПН України
Бех В.П.	доктор філософських наук, професор
Биковська О.В.	доктор педагогічних наук, професор
Бондар В.І.	доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України
Волинка Г.І.	доктор філософських наук, професор, ( <i>заступник голови Редакційної ради</i> )
Дмитренко П.В.	кандидат педагогічних наук, професор
Дробот І.І.	доктор історичних наук, професор
Жалдак М.І.	доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України
Мацько Л.І.	доктор філологічних наук, професор, академік НАПН України
Падалка О.С.	доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України
Синьов В.М.	доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України
Сидоренко В.К.	доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України
Шкіль М.І.	доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України
Шут М.І.	доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України

**Відповідальні редактори**

*Шут М.І.*

*Працьовитий М.В.*

**Відповідальні секретарі**

*Школьний О.В., Мініч Л.В.*

**Технічний редактор**

*Дерев'янюк О.С.*

**Редакційна колегія:**

Бурда М.І.	доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України
Бевз В.Г.	доктор педагогічних наук, професор
Благодаренко Л.Ю.	доктор педагогічних наук, професор
Грищенко Г.О.	кандидат фізико-математичних наук, професор
Гончаренко Я.В.	кандидат фізико-математичних наук, доцент
Горбачук І.Т.	кандидат фізико-математичних наук, професор
Жалдак М.І.	доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України
Касперський А.В.	доктор педагогічних наук, професор
Кондратьєв Ю.Г.	доктор фізико-математичних наук, професор
Ляшенко О.І.	доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України
Мартинюк М.Т.	доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України
Михалін Г.О.	доктор педагогічних наук, професор
Працьовитий М.В.	доктор фізико-математичних наук, професор
Сергієнко В.П.	доктор педагогічних наук, професор
Сиротюк В.Д.	доктор педагогічних наук, професор
Сусь Б.А.	доктор педагогічних наук, професор
Торбін Г.М.	доктор фізико-математичних наук, професор
Шкіль М.І.	доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України
Школьний О.В.	кандидат фізико-математичних наук, доцент
Шут М.І.	доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України
Швець В.О.	кандидат педагогічних наук, професор

*Рекомендовано Вченою радою НПУ імені М.П. Драгоманова  
(протокол № 3 від 24 жовтня 2013 р)*

## Зміст

### Фізика

**Бендес Ю.П.** *Методична система використання інноваційних технологій навчання фізиці студентів напрямку підготовки «Телекомунікацій»*.....**ст. 5-11**

**Благодаренко Л.Ю.** *Методичні можливості підручника фізики нового покоління у напрямі комплексного формування знань учнів*.....**ст. 12-17**

**Головко М.В.** *Невідомі імена в історії вітчизняної дидактики фізики: внесок академіка Олександра Гольдмана у розвиток наукової складової змісту та методів навчання фізики в середній школі*.....**ст. 18-25**

**Касперський А.В., Коробченко В.Я.** *Дослідження теплопровідності модифікованих поліолефінів як наукового компоненту фахової підготовки вчителів технологій*.....**ст. 26-29**

**Куриленко Н.В.** *Поняття про екологічну компетентність її структуру та умови формування у процесі навчання фізики учнів основної школи*.....**ст. 30-38**

**Мороз І.О.** *Закони збереження в системі формування наукового світогляду майбутнього вчителя фізики*.....**ст. 39-47**

**Новікова С.О.** *Курси за вибором як форма реалізації допрофільної підготовки з фізики в основній школі*.....**ст. 48-51**

**Пасько О.О.** *Використання мультимедійних засобів під час розв'язування практичних задач з механіки у загальноосвітній школі* .....**ст. 52-57**

**Слободяник А.Д., Сільвейстер А.М.** *Розвиток методів ефективного засвоєння нового матеріалу та оцінювання знань на заняттях з фізики у вищих навчальних закладах*.....**ст. 58-66**

**Стариков С.М., Козеренко С.І.** Роль програмних засобів у сучасному навчальному фізичному експеримент.....**ст. 67-70**

**Терещук С.І.** Періодизація розвитку методики викладання квантової фізики у старшій школі.....**ст. 71-79**

**Хован І.В.** Визначення рівня розвитку дослідницьких вмінь з використання інформаційно-комунікаційних технологій та оцінка результатів педагогічного експерименту..... **ст. 80-93**

**Чижська Т.Г.** Гуманітарні складові уроків фізики в розділі «Електричне поле та струм»..... **ст. 94-102**

**Шишкін Г.О.** Фізика як навчальна дисципліна в системі підготовки майбутніх учителів технологій.....**ст. 103-110**

### **Математика**

**Олалі Н.В., Залізко В.Д.** Про особливості репрезентативно-ілюстративного способу доведення деяких теорем математичного аналізу з урахуванням професійної спрямованості студентів.....**ст. 111-116**

**Пихтар М.П., Трунова О.В.** Міжпредметні зв'язки як чинник удосконалення процесу навчання стохастики.....**ст. 117-125**

**Томащук О.П., Репета В.К., Лещинський О.Л.** Основні методи знаходження області значень функції .....**ст. 126-135**

**Парчук М.І.** Елементи теорії випадкових процесів в курсі «Теорія ймовірностей та математична статистика» для студентів напряму підготовки «Фізика» педагогічних університетів .....**ст.136-145**

## МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ ФІЗИЦІ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ «ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ».

*У статті розглядається методична система навчання фізики студентів телекомунікаційного напрямку підготовки із використанням інноваційних технологій навчання. Розроблена методична система включає у себе широке використання контрприкладів, інформаційних та телекомунікаційних технологій.*

**Ключові слова:** методична система навчання фізики, інноваційні технології навчання.

Основні принципи освітньої політики України щодо професійної підготовки майбутніх фахівців означені у Законах України «Про вищу освіту», «Про освіту», у «Національній доктрині розвитку освіти України у ХХІ столітті» і орієнтовані на доступність та ефективність освіти [1]. Стратегія розвитку освіти передбачає виховання в учнів та студентів відповідального ставлення до навчання, прагнення постійно займатися самонавчанням, саморозвитком і самовдосконаленням [2; 3; 4]. Аналіз літературних джерел, нормативної бази, вивчення дисертаційних досліджень, практичного стану телекомунікаційної освіти підтверджують, що ці питання недостатньо розроблені і не відповідають сучасним вимогам. Основна проблема полягає у відсутності обґрунтованого концептуального підходу до організації ефективної, професійно орієнтованої підготовки майбутніх фахівців телекомунікацій.

Структура фахівця телекомунікаційної галузі розглядається у кількох аспектах, а саме:

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

Компонентами професійної компетентності фахівця телекомунікаційної галузі Г. Сорочіна визначає: мотиваційний, когнітивний, операційний, особистісний, рефлексивний [5].

Доцільним щодо природи компетентності, на нашу думку, є поділ Дж. Равена [353], котрий стверджує:

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

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

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

До основних критеріїв ефективності формування професійної компетентності належать: потребнісно-мотиваційний; операційно-технічний; рефлексивно-оцінний.

Потребнісно-мотиваційна сфера характеризується інтересом до інженерної професії у системі ціннісних орієнтацій, висока активність і самостійність у навчальній діяльності, орієнтація творчість.

Висока активність в оволодінні професійно важливими знаннями й уміннями, розвиток професійно важливих якостей відносяться до операційно-технічної сфери.

Важливе значення у процесі підготовки фахівців займає рефлексія – вміння дати самооцінку в різноманітних ситуаціях, адекватно співвідносити вимоги інженерної професії зі своїми індивідуальними можливостями, здатність ставити перед собою мету та досягати її.

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

У контексті загальної професійної компетентності визначення цих компетентностей дає можливість вченим та практикам окреслити основні напрями формування компетентності майбутніх фахівців телекомунікацій у циклі фундаментальної підготовки:

- створення педагогічних умов й обґрунтування змісту навчального процесу, який повинен мати міжпредметний характер, містити базові теоретичні знання з вищої математики, фізики, хімії та електрорадіоматеріалів, інформатики;

- поєднання предметних та інтерактивних технологій навчання (лекції, семінари, лабораторні роботи, проекти тощо);

- організація варіативних форм навчальної та наукової роботи зі студентами;

- застосування системного підходу до організації навчального процесу, узгодження діяльності викладачів різних дисциплін;

- формування потреби і здатності студентів напряму підготовки «Телекомунікації»

до самонавчання і саморозвитку у професійному й особистісному вимірах;

- упровадження у навчальний процес новаторських технологій на основі досягнень теорії і практичного досвіду в галузі педагогіки та інженерної освіти;

- прогностична реалізація запроектованих завдань та підтримка інноваційних ідей, проектів з метою розвитку творчого потенціалу студентів.

Ще у 2003 році Міністр освіти і науки України В. Кремень, аналізуючи стан вищої освіти, зазначив про необхідність забезпечення однакових мінімальних державних вимог у всіх навчальних закладах (нормативна частина її змісту) та наявності вибіркової частини змісту, яка сприяє автономності, самостійності закладу в урахуванні вимог замовника, можливості реалізації наукових програм закладу та задоволенні особистісних освітніх потреб педагогів [6, с. 106]. Характерною ознакою успішної діяльності вищих навчальних закладів є здійснення її у форматі «економічність – ефективність – результативність», що визначається ситуацією на ринку освітніх послуг та ринку праці та враховує їх потреби. [6, с. 108].

Реалізація професійної підготовки інженерів телекомунікаційної галузі в сучасних умовах можлива лише на основі діяльнісного підходу, за допомогою залучення студентів до таких видів навчальної діяльності, які за своїм науковим та дидактичним змістом дають змогу досягти позитивних результатів у розвитку професійних та творчих здібностей, сприяють формуванню комплексу базових професійних знань, умінь і навичок, розвитку інструментальних та інформаційних компетентностей. Цей підхід вимагає розробки та впровадження технологій організації всіх видів навчальної діяльності, які спрямовані на оптимізацію навчального процесу з урахуванням взаємодії технічних і людських ресурсів, їх науково-методичного супроводу.

Навчальний процес у вищих навчальних закладах Я. Болубаш розглядає як систему організаційних і дидактичних заходів, що направлені на реалізацію змісту освіти на певному освітньо-кваліфікаційному рівні відповідно до державних стандартів освіти [7, с. 2]. Виходячи з цих поглядів, ми під навчально-виховним процесом підготовки майбутніх фахівців телекомунікаційної галузі будемо розуміти науково обґрунтовану педагогічну систему, яка гарантує досягнення студентами напряму підготовки «Телекомунікації» певної навчальної мети через:

- дидактичне цілепокладання; певний відбір змісту (який відповідає соціальному замовленню);

- поетапну реалізацію навчальних дій з використанням інноваційних технологій (модульної системи, контрприкладів, комп'ютерного моделювання, комп'ютерного вимірювального комплексу, сучасних дидактичних матеріалів (електронних навчальних посібників, мультимедійних презентацій, комп'ютерних відео фрагментів, тощо), технічного та програмного забезпечення, форм і методів організації навчальної діяльності, застосування різних видів і форм самостійної роботи студентів; забезпечення отримання результату навчання (система контролю та моніторингу якості знань) [8].

Розроблена методична система включає у себе широке використання міжпредметних зв'язків, опорних конспектів, комп'ютерного моделювання, комп'ютерного вимірювального комплексу, контрприкладів, мультимедіа-матеріалів, електронних підручників, комп'ютерного контролю та самоконтролю знань, освітнього сайту, сервісу мікроблогів, сайту колективної роботи з електронними документами, сторінок в соціальних мережах. Всі ці методичні прийоми окремо чи в певних комбінаціях використовуються досить часто, але при поєднанні в єдиний

комплекс творчого викладання фізики стали новою методичною системою (рис. 1).

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

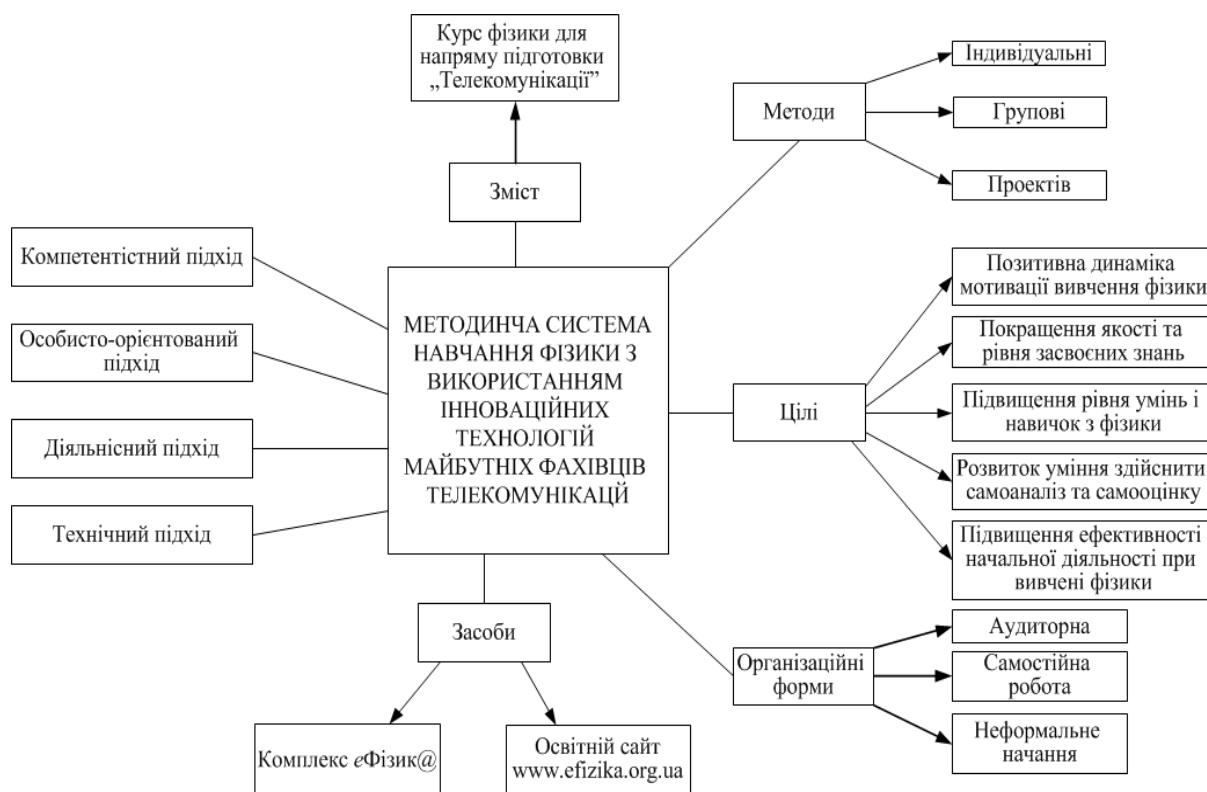


Рис. 1. Методична система навчання фізики з використанням інноваційних технологій майбутніх фахівців телекомунікацій

З метою створення оптимального інформаційно-навчального середовища для студентів створено освітній портал, де розміщуються різноманітна навчальна інформація, електронний навчальний посібник, методичні рекомендації по використанню науково-методичного комплексу, інформаційно-методичні матеріали, електронні каталоги бібліотек, статистичні бази даних, моделюючі програми, навчально-прикладні програми тощо. Крім того, на пов'язаних з порталом сторінках у соціальних мережах, сервісах мікроблогів та колективної роботи з документами здійснюється обговорення актуальних проблем, проводяться опитування, проводяться Інтернет-олімпіади та можуть відбуватись Інтернет-конференції тощо.

Розроблена і теоретично обґрунтована модель реалізації принципу професійної направленості навчання фізики майбутніх інженерів телекомунікаційної галузі, яка має



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

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

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

Створений і впроваджений у практику навчально-методичний комплекс, який містить навчально-методичний контент, використовує інформаційний ресурс в Інтернеті ([www.efizika.org.ua](http://www.efizika.org.ua)) (рис. 2).

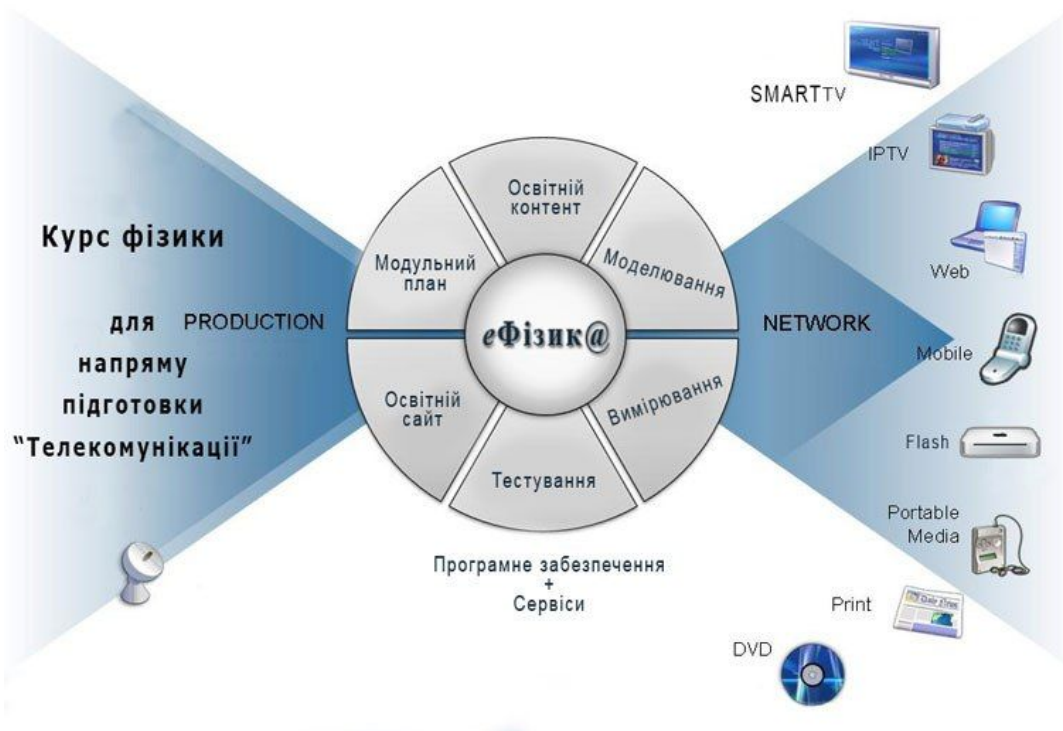


Рис. 2. Навчально-методичний комплекс eФізик@

Телекомунікаційні засоби навчання виконують наступні освітні функції:

- є провідниками інноваційних технологій та комп'ютерних технологій навчання;
- сприяють популяризації ідеї використання телекомунікацій для фізичної освіти;
- забезпечують інформаційний обмін і віддалений доступ до освітніх ресурсів;
- організовують методичну підтримку викладачів;
- створюють середовище для спілкування та взаємодії викладачів і студентів;
- забезпечують ефективне управління навчальним процесом;
- готують студентів до використання інформаційних і телекомунікаційних технологій у своїй майбутній професійній діяльності;
- дають можливість задавати, відслідковувати і коректувати індивідуальну траєкторію навчання.

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

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

## Список використаної літератури

1. Закон України «Про вищу освіту» № 2984-III, із змінами від 12 березня 2009 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.osvita.org.ua/pravo/law\\_05/](http://www.osvita.org.ua/pravo/law_05/).
2. Благодаренко Л. Ю. Формування готовності учнів до самоосвіти у процесі самостійної роботи / Благодаренко Л. Ю., Мініч Л. В., Шут М. І. // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. : Випуск 38 – Херсон : Видавництво ХДУ, 2005. – С. 62 – 67.
3. Концепція підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців для галузі зв'язку та сфери інформатизації до 2007 року [Електронний ресурс]– Режим доступу : [www.zakon.nau.ua/doc/?uid=1041.2279.0](http://www.zakon.nau.ua/doc/?uid=1041.2279.0)
4. Сусь Б. А. Деятельностный метод как средство формирования профессиональной компетентности будущих учителей физики / Заболотный В. Ф., Мыслицкая Н. А. и др.
5. Сорокіна Г. Ю. Формування функціональних компетентностей майбутніх фахівців зв'язку в процесі навчання технічних дисциплін: дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.04 Черкаси, 2010. – 256 с.
6. Кремень В. Г. Освіта і наука України : шляхи модернізації (факти, роздуми, перспективи) / Василь Григорович Кремень. – К. : Грамота, 2003. – 216 с.
7. Болюбаш Я. Організація навчального процесу у вищих закладах освіти : навч. посіб. для слухачів закл. підвищ. кваліфікації системи вищої освіти / Яків Болюбаш. – К. : ВВП «КОМПАС», 1997. – 64 с.
8. Бендес Ю. П. Впровадження нових форм організації навчального процесу / Ю. П. Бендес, І. І. Тичина // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Кредитно-модульна технологія навчання та методичне забезпечення контролю якості успішності». – Полтава, 2006. – С. 10 – 11.

***Бендес Ю.П. Методическая система использования инновационных технологий обучения физике студентов направления подготовки «Телекоммуникации».***

*В статье рассматривается методическая система обучения физики студентов телекоммуникационного направления подготовки с использованием инновационных технологий обучения. Разработанная методическая система содержит в себе широкое использование контрпримеров, информационных и телекоммуникационных технологий.*

***Ключевые слова:*** методическая система обучения физики, инновационные технологии обучения.

***Bendes Yu.P. Methodical system of using of innovative technologies in physics teaching for students of the «Telecommunications» speciality.***

*In this paper we consider the methodical system of physics teaching for students of telecommunications speciality with using of innovative learning technologies. Created methodical system includes a wide using of opposite examples, informational and communicational technologies.*

***Keywords:*** methodical system of physics teaching, innovative learning technologies.

## МЕТОДИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ПІДРУЧНИКА ФІЗИКИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ У НАПРЯМІ КОМПЛЕКСНОГО ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ УЧНІВ

*У статті подано методичну модель актуалізації і формування компонентів навчальної діяльності учнів при роботі за підручниками «Фізика 7» та «Фізика 9» авторів М.І. Шута, М.Т.Мартинюка, Л.Ю. Благодаренко. Виокремлено основні напрями, за якими ця методична модель може бути реалізована. Визначено види самостійної роботи учнів з підручником фізики, які є найбільш ефективними при використанні вищезазначеної методичної моделі.*

**Ключові слова:** підручник фізики, компоненти навчальної діяльності, методична модель актуалізації і формування компонентів навчальної діяльності.

В умовах підсилення уваги держави до природничо-математичної освіти потребують створення відповідні методичні розробки для формування в учнів уміння вчитися, яке ґрунтується на застосуванні підручників нового покоління та навчально-методичних комплексів. Сьогодні підвищення ефективності навчально-виховного процесу з фізики багато в чому залежить від підсилення уваги учителів до питань навчальної діяльності учнів. Відомо, що якісно може бути засвоєний той навчальний матеріал, який не лише сприйнятий учнем на уроці зі слів учителя, а продуманий ним, усвідомлений і застосований на практиці, інакше кажучи, такий, який став об'єктом навчальної діяльності учня. Але досить часто учителі віддають перевагу традиційним підходам до навчання, посиляючись на те, що в учнів відсутні необхідні уміння і навички, вони витрачають на виконання тих чи інших завдань досить багато часу і, до того ж, виконують їх на недостатньому рівні. На нашу думку, така аргументація є помилковою, оскільки саме у навчальному процесі при вивченні фізики учні можуть і мають опанувати відповідні уміння і навички, навчитись самостійно набувати знання та застосовувати їх на практиці. А це передбачає активну участь учнів у ході уроків, виконання ними з кожної теми шкільного курсу фізики системи самостійних завдань, які забезпечать досягнення цілей навчання, в тому числі відпрацювання певних умінь і навичок.

Метою статті є з'ясування методичних можливостей моделі роботи учнів з підручником фізики, яка ґрунтується на конструюванні логічної структури тексту, системному введенні і розвитку фізичних понять, розв'язанні проблем відбору навчального матеріалу, необхідного для комплексного формування в учнів знань з фізики.

Структуризація підручників «Фізика 7» [4] та «Фізика 9» [5] авторів М.І. Шута, М.Т. Мартинюка, Л. Ю. Благодаренко і формування в них навчального матеріалу передбачають певну методичну модель організації навчальної діяльності учнів [3]. Очевидно, що елементи цієї моделі повинні розроблятися з урахуванням закономірностей розумового розвитку учнів, їх вікових та індивідуальних особливостей, рівня підготовленості певного учнівського колективу. Робота за підручниками «Фізика 7» та «Фізика 9» дозволяє зосередити увагу учнів на головних питаннях шкільного курсу фізики, забезпечити одержання ними більш

усвідомлених і міцних знань. Зрозуміло, що використання підручників нового покоління передбачає вдосконалені методики і технології навчання, спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності учнів, розвиток їх самостійності, ініціативи, розширення їх участі у набуванні знань.

Які ж уміння і навички мають бути сформовані або розвинені у процесі навчання фізики? У загальній формі відповідь на це питання може бути сформульована таким чином: це уміння і навички навчальної діяльності. Але ця відповідь передбачає багатоплановість, оскільки до умінь і навичок навчальної діяльності відносяться такі, як загальнонавчальні, інтелектуальні та спеціальні. Проте, недостатня ефективність навчальної діяльності учнів з фізики та нераціональне використання часу уроку, що має місце у багатьох випадках, найчастіше обумовлені тим, що рівень сформованості в учнів деяких загальнонавчальних умінь і навичок є невідповідним. Тому, починаючи навчання фізики в 7-му класі, учитель має, насамперед, виявити, якими уміннями і навичками, необхідними для успішного засвоєння фізичних знань, володіють учні, і в якій мірі. Очевидно, що така процедура не може бути стандартизованою, оскільки все залежить від особливостей учнівського колективу, навчального закладу, регіону. Але, як показує практичний досвід, у більшості учнів основної школи, особливо 7-го класу, основи навчальної діяльності не є сформованими. Отже, необхідно проводити систематичну роботу щодо усунення зазначених недоліків, оскільки надалі за їх наявності вивчення фізики буде ускладненим, що призведе до зниження якості фізичної освіти учнів основної школи.

Як показує шкільна практика, учителі фізики приділяють найбільшій уваги спеціальним умінням і навичкам і пояснюють це обмеженістю часу на уроках фізики, необхідністю виконання програми з фізики за таких умов, відмінностями у рівнях підготовки учнів. При цьому учителі у більшості своїй вважають, що загальнонавчальні уміння і навички вже сформовані в учнів у попередньому навчанні, а інтелектуальні найбільш ефективно будуть розвиватись у старшій школі. Такий підхід може суттєво вплинути на будь-які зусилля учителя щодо забезпечення учнів глибокими і міцними знаннями. Отже, першочергове значення для ефективності навчальної діяльності учнів має з'ясування учителем стану підготовленості до її виконання як учнівського колективу в цілому, так і окремих учнів. При цьому слід констатувати: у більшості випадків учителю необхідно навчати учнів тим чи іншим діям, починаючи з найпростіших.

Зупинимось на одному з найбільш важливих загальнонавчальних умінь – умінні працювати з підручником як основним джерелом знань [2]. Важливість цього виду умінь пояснюється, насамперед, тим, що під час продовження освіти після закінчення школи одним з найбільш важливих джерел у процесі самоосвіти є книга, тому до роботи з книгою молоді необхідно готувати ще у загальноосвітньому навчальному закладі. Для досягнення цієї мети найбільш доцільно використовувати підручник, оскільки він є основною навчальною книгою учня, а тому саме у процесі роботи з підручником в учнів найкращим чином розвиваються пізнавальні здібності, забезпечується усвідомлення ними нових знань, формуються навички самостійної діяльності.

Розвивати уміння працювати з підручником необхідно з перших уроків фізики в 7-му класі. Цьому сприяє систематичне та багатопланове використання підручника на уроках

під керівництвом учителя. Першим завданням учителя є ознайомлення учнів з особливостями підручника: його структурою, значенням різних видів шрифтів, поданням ілюстративного матеріалу. Особливу увагу учнів треба звертати на особливості підручника з фізики, зокрема на те, що рисунки в підручнику фізики мають не лише ілюстративне, але й змістовне значення. Учням необхідно продемонструвати, як слід співвідносити текст підручника з рисунками, яку інформацію можна одержати з них в кожному конкретному випадку, які рисунки і як можуть бути використані під час відповіді на запитання, які рисунки у процесі підготовки до уроку слід виконувати у робочому зошиті. Незважаючи на те, що така робота вимагає додаткового часу, надалі це дозволить учням грамотно використовувати підручник (а потім по аналогії й інші книжки) для самостійного набування знань. Крім того, якщо учень не лише читає параграф, а виконує запропоновані до нього завдання, які передбачають ретельне вивчення викладеної у параграфі інформації, аналізує навчальний матеріал, порівнює факти і висновки, то цікавість учня до підручника фізики та до предмету в цілому значно підвищується.

Систематичний контроль за самостійною діяльністю учнів та їх діяльністю на уроках фізики свідчить про те, що:

- цілеспрямована робота з підручником фізики на уроках є необхідною, особливо для тих учнів, які працюють на початковому та середньому рівнях навчальних досягнень;
- більшість учнів під час самостійної роботи з підручником фізики при виконанні домашніх завдань потребують попередніх рекомендацій учителя;
- учні зазнають ускладнень при роботі над новим навчальним матеріалом за підручником до пояснення його учителем; значно більших можливостей набуває робота учнів з підручником після викладення нового навчального матеріалу учителем.

Саме тому досвідчені учителі сприймають підручник як важливий фактор успішності викладання та використовують його для навчання учнів прийомів роботи з навчальною літературою, для усвідомленого засвоєння учнями навчального матеріалу. Очевидно, що найбільш ефективно вміння працювати з підручником фізики формуються за умов, коли це відбувається в декілька етапів.

На першому етапі слід приділити увагу формуванню в учнів умінь читати текст, знаходити в ньому відповіді на запитання, які поставлені учителем або містяться в кінці параграфу; одержувати необхідну інформацію з рисунків, таблиць, схем, графіків; користуватись змістом підручника. На цьому етапі учням доцільно пропонувати для самостійного опрацювання лише ті параграфи або їх фрагменти, які не містять складних понять, світоглядних теорій.

На другому етапі завдання ускладнюються: від учнів вимагається самостійне виділення головних ідей в запропонованому тексті, розв'язання проблемних ситуацій з використанням тексту, його узагальнення.

На третьому етапі формуються вміння самостійно працювати зі складним текстом, аналізувати його, логічно структурувати навчальну інформацію.

Як було зазначено вище, підручники «Фізика 7» і «Фізика 9» забезпечують плідну роботу учнів та досягнення ними необхідного рівня відповідних умінь, оскільки

сконструйовані певним чином. В цільовій і структурній основі конструювання цих підручників закладені можливості одержання кожним учнем не лише знань і умінь, передбачених Державним стандартом базової середньої освіти, але й продуктивного інтелектуального саморозвитку з урахуванням відповідних якостей особистості, що реалізуються в ході спеціальної організованої роботи учнів з підручником. При цьому слід зауважити, що учень використовує підручник не лише під час уроку, коли ця робота спрямовується учителем, а й у більшій мірі в самостійній роботі. Тому при створенні підручників ми врахували, що вони обов'язково повинні містити поради учням щодо правильної організації роботи з підручником. Це значно полегшить учням процес набування знань і умінь, а також дозволить їм працювати на більш високому рівні самостійності. Поради учням не містять зайвої чи надлишкової інформації. Їх головне завдання полягає в ознайомленні учнів зі змістом рубрик, представлених у підручнику, та узагальненим планом навчальних дій щодо опрацювання цих рубрик.

Методична модель актуалізації і формування компонентів навчальної діяльності учнів при роботі за підручниками «Фізика 7» та «Фізика 9» може бути реалізована за трьома основними напрямками:

1. Пряме використання навчального тексту з метою формування відповідних когнітивних схем як основ навчальної діяльності.
2. Виділення в навчальному тексті змістовних і логічних ліній з метою організації продуктивної інтелектуальної діяльності учнів.
3. Перетворення тексту в інформаційно невизначений, що дозволяє структурувати викладення навчального матеріалу в аспекті проблемного навчання.

Найбільш ефективними при використанні вищезазначеної методичної моделі є такі види самостійної роботи учнів з підручником фізики:

- змістовний аналіз тексту – виділення в ньому головних ідей, термінів, означень, формул, дослідних обґрунтувань, теоретичних висновків, прикладів;
- розділення тексту на логічні змістовні частини;
- складання опорного конспекту навчального матеріалу;
- аналізування змісту рисунків, схем, графіків, таблиць;
- самостійне опрацювання навчального матеріалу параграфів;
- узагальнення навчального матеріалу одного або декількох параграфів;
- користування змістом підручника, предметно-іменним покажчиком;
- знаходження відповідей на поставлені запитання у тексті підручника;
- одержання з тексту підручника додаткових відомостей;
- поглиблення знань (з використанням рубрик, навчальний матеріал яких пропонується для допитливих учнів);
- виконання домашніх експериментальних завдань;
- здійснення самоконтролю за розумінням та запам'ятовуванням навчального матеріалу в ході відповідей на запитання та розв'язування задач, які пропонуються до кожного параграфу;
- виконання тестових завдань;
- підготовка повідомлень;

- ознайомлення з цікавими фактами, з історією розвитку фізики в Україні;
- ознайомлення зі структурно-логічними схемами.

Оскільки у підручниках «Фізика 7» та «Фізика 9» ефективно скоординовані інформаційний, діяльнісний, продуктивний і репродуктивний компоненти, ці підручники можна розглядати не лише як інформаційну модель процесу навчання фізики, але й як методичну модель його організації [1]. Ця методична модель передбачає різні види навчальної діяльності учнів, у процесі яких вони мають можливість опанувати знаннями відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти та поглибити їх за рахунок інформаційних блоків, які передбачають зв'язок між нормативними знаннями та додатковим навчальним матеріалом (наукові факти, фізичні поняття, експериментальні дані, професійно-орієнтовані, політехнічні та історичні відомості).

Процес побудови такої методичної моделі ґрунтується на конструюванні логічної структури тексту, системному введенні і розвитку фізичних понять, розв'язанні проблем відбору навчального матеріалу, необхідного для комплексного формування в учнів знань з фізики. Але головна особливість підручників полягає в тому, що вони створюють методичні можливості організації навчальної діяльності не лише для учителів, але й для учнів. Учитель за допомогою підручника визначає напрям інформаційного і процесуального моделювання навчально-виховного процесу відповідно до цілей і завдань навчання і розвитку учнів, складу і структури наукового знання, а також психолого-педагогічних умов. Учні мають можливість регулярно звертатися до підручників не лише за вказівкою учителя, але й залежно від своїх безпосередніх потреб та індивідуальних інтелектуальних схильностей. При цьому підручник забезпечує для учня вибір способів навчання з урахуванням своєрідності його розумового розвитку, спрямовує учня на самостійне аналізування, узагальнення, формулювання висновків, привчає до здійснення діалогу.

Досвід власної педагогічної діяльності свідчить про те, що робота за підручником фізики, яка систематично планується учителем, активізує розумову діяльність учнів, розвиває в них уміння щодо користування додатковою літературою та іншими джерелами інформації, дозволяє залучати до активної роботи учнів, які працюють на початковому та середньому рівнях навчальних досягнень, забезпечує ефективне засвоєння навчального матеріалу на уроках фізики.

При організації роботи учнів за підручником фізики учителю необхідно планувати різні прийоми діяльності і використовувати їх у комплексі, що забезпечить досягнення поставлених навчальних цілей, інтеграцію соціальних і освітніх стратегій навчання. Запропонована методична модель актуалізації і формування компонентів навчальної діяльності учнів при роботі за підручниками «Фізика 7» та «Фізика 9» забезпечує становлення в учнів дискурсивного фізичного знання, а, отже, дозволяє у повній мірі реалізувати принцип наступності у навчанні фізики.



### **Список використаної літератури**

1. Благодаренко Л.Ю. Теоретико-методичні засади навчання фізики в основній школі: монографія / Л.Ю. Благодаренко. – К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2011. – 427 с.
2. Благодаренко Л.Ю. Підручник з фізики як комплексна інформаційна модель освітнього процесу / Л.Ю.Благодаренко // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини / Гол. ред.: М.Т.Мартинюк. – К: Наук. світ, 2006. – С. 24-28.
3. Благодаренко Л.Ю. Методичні підходи до роботи учнів основної школи з підручником фізики / Л.Ю. Благодаренко // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини / Гол. ред.: Мартинюк М.Т. – Умань: СПД Жовтий, 2008. – Частина 2. – С. 57-64.
4. Шут М.І. Фізика : 7 кл. : підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. / М.І.Шут, М.Т.Мартинюк, Л.Ю.Благодаренко – К. ; Ірпінь : Перун, 2010. – 184 с. : іл.
5. Шут М.І. Фізика : 9 кл. : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / М.І.Шут, М.Т.Мартинюк, Л.Ю.Благодаренко – к. ; Ірпінь : Перун, 2009. – 224 с. : іл.

***Благодаренко Л.Ю. Методическая модель актуализации и формирования компонентов учебной деятельности учащихся при работе с учебником физики.***

*В статье представлена методическая модель актуализации и формирования компонентов учебной деятельности учащихся при работе с учебниками «Физика 7» и «Физика 9» авторов М.И.Шута, М.Т. Мартинюка, Л.Ю. Благодаренко. Выделены основные направления, по которым эта модель может быть реализована. Определены виды самостоятельной работы учащихся с учебником физики, которые являются наиболее эффективными при использовании вышеуказанной модели.*

***Ключевые слова:*** учебник физики, компоненты учебной деятельности, методическая модель актуализации и формирования компонентов учебной деятельности.

***Blagodarenko L.Yu. Methodical model of updating and formation of learning components of student's activity during the work with physics textbook.***

*In this article we present methodical model of updating and formation of components of learning activity of students during the work with textbooks “Physics 7” and “Physics 9” written by M.I. Shut, M.T. Martyniuk, L.Yu. Blagodarenko. We select basic directions in which this model can be implemented. Also we define kinds of independent student's work with physics textbook that are most effective during using the model mentioned above.*

***Keywords:*** physics textbook, components of educational activity, methodical model of updating and formation of learning activity components.

**НЕВІДОМІ ІМЕНА В ІСТОРІЇ ВІТЧИЗНЯНОЇ ДИДАКТИКИ ФІЗИКИ:  
ВНЕСОК АКАДЕМІКА ОЛЕКСАНДРА ГОЛЬДМАНА У РОЗВИТОК  
НАУКОВОЇ СКЛАДОВОЇ ЗМІСТУ ТА МЕТОДІВ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В  
СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ**

*У статті на основі вивчення та аналізу навчально-методичних праць, наукових джерел та архівних матеріалів вперше системно досліджується питання взаємозв'язку вітчизняної академічної фізичної науки та дидактики фізики у посиленні наукової складової шкільної фізичної освіти. Висвітлюється науково-педагогічна діяльність видатного вченого, засновника Інституту фізики НАН України, академіка О.Г.Гольдмана, його внесок у розвиток змісту та методики навчання фізики учнів середньої школи.*

***Ключові слова:** історія дидактики фізики, методика навчання, підручник фізики, курс фізики.*

Одним із пріоритетних завдань методики навчання фізики є обґрунтування принципу науковості у змісті та методах навчання учнів середньої школи. Вперше ця проблема у вітчизняній педагогічній науці отримала розвиток в 1920-х – 1930- рр. Важливе значення часткової дидактики виявляється, як наголошував професор Г.Г. Де-Метц, у забезпеченні механізмів реалізації освітнього потенціалу фізичної науки через різноманітність її змісту, довершеність її методів дослідження, глибини теоретичних узагальнень та майже невичерпної можливості практичних і технічних застосувань [5, с. 10].

Автор оригінального підручника з методики навчання фізики З.І. Приблуда одним із основних завдань цієї педагогічної науки розглядає визначення мети викладання фізики, обсягу та структури шкільного курсу на основі загальної методології фізики, відповідно до найбільш важливих дидактичних цілей з урахуванням вимог методології та дидактичних принципів [9, с. 8].

Наявність протиріч між рівнем розвитку фізичної науки, техніки та дидактичними особливостями реалізації шкільної фізичної освіти актуалізував в середині 1980-х рр. у працях, що складають основу сучасних теоретичних основ навчання фізики в середній школі, професор О.І. Бугайов [2, с. 3 - 5].

У дослідженнях провідних вітчизняних дидактів фізики сучасності розробляються механізми оновлення змісту та методів шкільної освіти, орієнтовані на комплексне поєднання досягнень фізичної науки та дидактики. Л.Ю. Благодаренко обґрунтовує пріоритетність приведення стану шкільної фізичної освіти у відповідність до інноваційного розвитку та соціальних потреб суспільства як важливу умову підвищення її якості. Одним із головних завдань у цьому контексті розглядається проблема розроблення навчально-методичного забезпечення, що реалізує фізичну компоненту Державного стандарту базової середньої освіти, зокрема, підручників фізики на високому науковому та дидактичному рівні [1, с. 2, 14].

В умовах трансформації шкільної фізичної освіти питання поєднання зусиль академічної фізичної науки та дидактики фізики у галузі розроблення структури, змісту, методів навчання фізики учнів загальноосвітньої школи та створення підручників нового покоління набуває особливої актуальності. Історико-методичний аналіз процесу пошуків шляхів реалізації такого підходу становить науковий інтерес, а його результати мають важливе значення для сучасної теорії та практики навчання фізики.

Одним із практичних кроків у цьому напрямі розглядається залучення до процесу формування структури і змісту шкільного курсу фізики, створення сучасного підручника, психолого-педагогічної та наукової експертизи широких педагогічних кіл, представників науково-дослідних установ. Проблема координації зусиль фізиків, які представляють досягнення сучасної науки, та методистів, авторів нових методичних систем навчання, є актуальною і на сьогодні. Дослідження особливостей її вирішення у вітчизняній теорії та методиці навчання важливе не лише в історичному контексті, а й з точки зору пошуку ефективних механізмів удосконалення шкільної фізичної освіти.

На державному рівні процеси об'єднання зусиль науковців-фізиків та методистів були започатковані на початку 1930-х років, коли до розроблення навчальних програм та підручників для середньої школи були долучені Український науково-дослідний інститут педагогіки та Інститут фізики Всеукраїнської академії наук. Вагому роль у зближенні академічної науки та дидактики шкільної фізики відіграв академік О.Г. Гольдман (1884-1971), засновник Інституту фізики та його перший директор, який пройшов складний шлях, що відбиває характерні етапи розвитку вітчизняної фізичної та методичної науки. Науковий доробок вченого та його життєвий шлях знайшли відображення в ґрунтовних публікаціях відомого дослідника історії фізики О.І.Проскури, який виконав низку цікавих праць з історії вітчизняної академічної фізичної науки, зокрема, й щодо висвітлення творчості академіка О.Г. Гольдмана [10, 11]. В цих публікаціях акцент зроблено на доробку вченого у галузі фізики напівпровідників, ролі О.Г. Гольдмана у становленні Інституту фізики, як провідної вітчизняної науково-дослідної установи, започаткуванні системних експериментальних досліджень та наукової школи.

Разом з тим, вивчення архівних матеріалів з питань організації вищої та середньої освіти в Україні в 1920-х – 1930-х рр. показало доцільність аналізу та популяризації діяльності академіка О.Г. Гольдмана у галузі методики навчання та підручникотворення з фізики. Життєвий та творчий шлях вченого відбиває складні соціокультурні процеси, що відбувалися в історії нашого народу і були позначені як успіхами, так і невдачами у розвитку науки та освіти.

Тому в статті ставиться завдання на основі аналізу наукових джерел, архівних матеріалів висвітлити основні напрями діяльності О.Г. Гольдмана та його внесок у вирішення завдань теорії і практики навчання фізики.

Олександр Генріхович Гольдман народився третього лютого 1884 року у Варшаві в лікарській родині. Початкову освіту здобував вдома, а після переїзду родини в 1891 році до Києва вступив до 1-ї Київської гімназії, яку закінчив у 1901 році із золотою медаллю. Навчання продовжив на математичному відділенні фізико-математичного факультету Імператорського університету Св. Володимира в Києві. У 1905 році О.Г. Гольдман отримав

тимчасову відпустку в Київському університеті і продовжив навчання в Німеччині. Саме в Лейпцізькому університеті дослідник вирішує ґрунтовно зайнятися фізикою.

1905-1906 році молодий учений виконав фундаментальне експериментальне дослідження, яке склало основу докторської дисертації на тему «Фотоелектричні дослідження комірок з розчинами фарб», захищеної вченим у 1908 році [10, с. 7-22].

Після завершення навчання в Київському університеті О.Г. Гольдман отримав запрошення від професора О. Вінера обійняти посаду асистента Лейпцізького університету. Працюючи у Лейпцігу дослідник відкрив явище фото поляризації діелектриків, вивчив умови формування та збереження інформації в діелектриках. У 1914 році О.Г. Гольдман переїхав до Петрограду, де працював в Палаті мір, а також викладачем Порлітехнічного інституту.

У 1918 році вчений повернувся до Києва, де упродовж двох десятиліть був одним із найактивніших та авторитетних організаторів вітчизняної фізичної науки. У 1921 році вчений обійняв посаду завідувача кафедри фізики Київського політехнічного інституту, при якій створив Фізичну науково-дослідну лабораторію. Свої перші наукові проекти в ній виконали аспіранти О.Г. Гольдмана, а з часом провідні вітчизняні фізики С.Д. Герцрикен, В.Е. Лашкар'юв, В.П. Линник, Д.Н. Наследов, П. Тартаковський, Л.Я. Штрум, Ю. Юницький. Новостворена лабораторія започаткувала потужну школу експериментальної фізики. З часом лабораторія переросла в Інститут фізики – провідну профільну науково-дослідну установу Всеукраїнської академії наук (сьогодні Інститут фізики НАН України). О.Г. Гольдман став першим директором інституту та організатором такого перспективного напрямку фізичних досліджень фотоелектричних властивостей напівпровідників та розроблення на їх основі кращих в СРСР фотоелементів.

У 1929 році О.Г. Гольдмана за поданням Д.О. Граве було обрано академіком АН УРСР, членом Президії та академіком-секретарем відділення математики та природознавства. У середині 1930-х років наукові співробітники Інституту фізики під керівництвом академіка О.Г. Гольдмана розпочали дослідження декількох перспективних напрямів, що стали в подальшому основою виокремлення фізичних спеціалізованих інститутів. Пріоритетне місце у дослідженнях відводилося фізиці напівпровідників. Разом із В. Бернадцьким вони організовують дослідження та розроблення твердотільних фотоелементів на базі сірчистого срібла.

Наукова школа академіка О.Г. Гольдмана вже в перше десятиріччя своєї діяльності отримала визначні теоретичні та експериментальні результати. Вчений наполегливо розгортав дослідження фізичних властивостей напівпровідників – галузі, яка вже на початку 1940-х років стала пріоритетною в наці та техніці. Так, ще в 1934 році на січневій сесії Всеукраїнської академії наук О.Г. Гольдман виголосив поширену доповідь на тему «Основні закономірності теорії твердих випростувачів та фотоелементів». Отримані результати були високо оцінені в міжнародних наукових колах і увійшли до класичних робіт з теорії твердих фотоелементів. Розробляючи цю теорію, О.Г. Гольдман узагальнив результати численних ретельних фізичних експериментів, отриманих науковими співробітниками Інституту фізики під його керівництвом. Він обґрунтував основні залежності опору запірного шару від напруги, особливості протікання фізичних явищ у фотоелементах під дією світла, рівняння

фотоструму, співвідношення подібності для фотоелементів. Дослідник запропонував класифікацію фотострумів та описав їх залежність від інтенсивності освітлення, залежність фотоструму при постійному освітленні від зовнішнього опору кола. Провів порівняння експериментальних графіків відомих селенових елементів із запірним шаром з висновками розробленої теорії. Дослідив рівняння вольт-амперної характеристики для фотоелементів, її форму, основні співвідношення для фотоелементів при прямолінійній характеристиці, запропонував простий метод визначення констант фотоелементів [10, с. 18].

Академік О.Г. Гольдман був талановитим організатором фізичної освіти в Україні. Окрім цього, вчений брав активну участь у становленні української фізичної наукової термінології, працюючи в термінологічній комісії Всеукраїнської академії наук. Класичними стали його праці з історії становлення вітчизняної фізичної науки в 1920-х – 1930-х рр.

У 1931 році при Народному комісаріаті освіти України створюються методичні комісії, на які покладено функції розроблення методичних рекомендацій щодо створення навчальних планів, програм, підручників, організацію їх широкого обговорення із залученням наукових та практичних працівників, громадськості, проведення конференцій та нарад, вивчення якості розроблених матеріалів, вивчення та узагальнення досвіду [6].

Запроваджується конкурсний відбір рукописів підручників та процедуру рецензування, згідно якої фахову експертизу мали здійснювати відповідні підрозділи науково-дослідних інститутів. Українському науково-дослідному інституту педагогіки було доручено розробити вимоги до підручників, що подавалися на конкурс. Вимоги до підручника з фізики розроблялися науковцями УНДІПу під керівництвом професора Р.Д. Пономарьова [7].

Фахове наукове рецензування було покладено на Інститут фізики Всеукраїнської академії наук у Києві. Впеше в історії вітчизняного підручникотворення з фізики створювалися умови для поєднання зусиль академічної та методичної науки. Завдяки директору Інституту фізики академіку О.Г. Гольдману рецензування було піднято на високий рівень. Учений, незважаючи на завантаженість науковими дослідженнями та організаційними питаннями, з притаманним йому прагненням об'єктивної оцінки будь-яких отриманих наукових результатів, великого значення надавав створенню якісного підручника.

У архіві збереглася рецензія О.Г. Гольдмана на підручник фізики Л.І. Леуценка та В.А. Франковського для сьомого року навчання, поданий на конкурс у 1931 році. У ній академік детально аналізує особливості методичної побудови підручника та його науковий рівень. На думку рецензента, рукопис викликає більше зауважень, і притому, більш принципових, ніж попередні видання. Окремі параграфи авторам пропонується цілком переробити через невідповідність тих пояснень, що подаються в підручнику, дійсному стану фізичної науки.

Особливо наголошується на доцільності значного покращення зовнішнього вигляду підручника, якості малюнків. Рецензент вказує на необхідність подальшого опрацювання методичного апарату підручника. В рецензії обґрунтовуються принципові зауваження, позбавлені ідеологічної заангажованості. Так, авторам пропонується переробити вступний параграф, в якому висвітлюється значення електрифікації. Рецензент вважав недоцільним акцентувати увагу на протиставленні теплотехніки, як символу буржуазного анархічного

господарства, та електрифікації, як символа соціалістичного, планового господарства з точки зору основних відмінностей використання теплових двигунів та електрики в сільському господарстві [12].

Звертає увагу така особливість, що зауваження щодо наукового редагування вступу, референт, який готував рукопис на методичну комісію, запропонував видавництву та авторам врахувати, замінивши перший та другий параграфи епіграфом «Про електрифікацію всієї країни» [12, аркуш 53].

О.Г. Гольдмана більше цікавив науковий та методичний характер викладу основ фізичної науки. Рецензент пропонує усунути неточності використання термінології, спростити означення густини струму, зняти плутанину в поняттях густини струму та потенціалу. Розглядає доцільність уточнення пояснення поляризації, поверхневого означення потенціалу, виникнення електричного струму в електролітах, означення питомого опору. Наголошує на необхідності подавати в підручнику електричні елементи вітчизняного виробництва, детально та достовірно зображати на малюнках улаштування технічних пристроїв, з якими знайомляться учні. Позитивно оцінює виклад нового важливого навчального матеріалу, зокрема, щодо утворення електричних коливань, поняття про звукову хвилю, передачу коливань, роль детектора.

У загальному висновку рецензент наголошує на необхідності подальшого удосконалення методичного викладу навчального матеріалу. Але з урахуванням значного попиту та відсутності кращих зразків на українській мові, вважає за доцільне видати підручник з відповідними редакційними виправленнями з тим, щоб у подальшому його було ґрунтовно перероблено [12].

Якщо академік О.Г. Гольдман звертав увагу на науковість та методичні особливості викладу фізичних понять, то в референції особливого значення надається практичному застосуванню фізичних знань. Зокрема, наголошується на необхідності доповнення змісту підручника законом Джоуля-Ленца та його використання в електричному лютуванні, матеріалом про акумулятори в техніці, радіо.

Підручник Л.І. Леуценка та В.А. Франковського з фізики для сьомого класу видання 1931 року став одним із кращих вітчизняних підручників початку 1930-х років для політехнічної школи. Він отримав досить схвальні відгуки науковців та вчителів-практиків. Підручник використовувався не лише в масовій школі з українською мовою навчання, а й був надрукований російською мовою та мовами національних меншин.

У рецензії відомого методиста Д.Оріхова зазначається, що в підручнику фізики 7-го року навчання матеріал викладено зразково систематично. В доступній для розуміння учнями формі, без вульгаризації, науково витримано та чітко [8]. Логічністю та послідовністю викладу цей підручник відрізнявся від інших, які використовувалися в трудовій політехнічній школі. Значною мірою, високий науково-методичний рівень підручника було досягнуто завдяки якісній організації конкурсного відбору та рецензуванню, що здійснювалося Інститутом фізики Всеукраїнської академії наук під керівництвом академіка О.Г. Гольдмана.

Важливою особливістю наукової та методичної діяльності О.Г. Гольдмана, що сформувалася ще зі студентських років, було приділення особливої уваги підготовці та ретельності як фізичного експерименту в наукових дослідженнях, так і навчання фізики в середній школі. Талановитий учений та методист важливого значення надавав науковості викладу навчального матеріалу в підручнику, чіткості формулювань та означень, використанню наукової термінології.

В організації наукових досліджень вчений стояв на позиціях талановитих російських фізиків-експериментаторів П. Лебедева та О. Столетова, наголошуючи на необхідності отримувати та використовувати тільки незаперечні, достовірні та надійні наукові результати. Принципову позицію щодо критики поверхневих підходів в радянській науці О.Г. Гольдман виявив на Сесії АН СРСР в 1936 році під час полеміки з керівником Фізичної групи академіком А. Йофе. На думку вченого, сучасна наука потребувала не намагань досягнути всі напрями і здобути в них першість, а ретельного планування та експериментальної перевірки найбільш перспективних галузей фізичної науки. Позиція О.Г. Гольдмана була підтримана видатними вченими Л. Ландау та І. Таммом, але критичні зауваження були визнані неконструктивними. Вченого було звинувачено в антидержавній діяльності та заарештовано взимку 1938 року. На підставі арешту позбавлено звання академіка та займаних посад. Після перевірки Інституту фізики комісією Академії наук СРСР, очолюваною академіком А. Йофе, весною 1938 року роботу дослідної установи було визнано незадовільною. Директора було засуджено до заслання, яке затягнулося на понад двадцять років.

На засланні в Казахстані О.Г. Гольдман працював учителем в середній школі міста Акмолінська. З 1944 року розпочав роботу в Вологодському педагогічному інституті, де створив наукову школу на кафедрі фізики, виконав дослідження з методики фізики. Під його керівництвом у Волгограді вивчалися властивості фізичні дослідження напівпровідників, дев'ять його учнів захистили дисертаційні дослідження на здобуття наукового ступеня кандидата наук, що було справжньою науковою подією для провінційного педагогічного інституту [10, с. 20].

Упродовж багатьох років О.Г. Гольдман подавав прохання щодо зняття безпідставних звинувачень. У 1946 році клопотання щодо реабілітації вченого подав президент Академії наук СРСР С.І. Вавілов. У 1956 році академіка було реабілітовано. До Києва він повернувся в 1959 році у віці 76 років. В Інституті фізики О.Г. Гольдман створив науково-дослідну лабораторію електролюмінесценції, в якій разом з учнями отримав важливі результати, високо оцінені академіком П.Л. Капіцею. Серед третього покоління його учнів вісім представників стали кандидатами наук. Співробітники лабораторії дослідили фізичні властивості люмінесцентних та напівпровідникових матеріалів, запропонували новітні технології їх виготовлення. У низці фундаментальних робіт в середині 1960-х років О.Г. Гольдман обґрунтував фізичну природу збереження оптичного збудження у внутрішньо кристалічних електричних полях, процеси переносу енергії електро- та фотолюмінесценції кристалофосфорів. Виконав дослідження ефекту Гуденна-Поля під час накладання електричного поля на збуджений кристалофосфор та обґрунтував його значення як оптичного індикатора стану фотополяризації. У 1965 вчений відкрив властивість «пам'яті» напівпровідників [4, 13, 14]. Грунтовне вивчення явища перемикання електричного струму,

зумовлене запам'ятовуванням електричної та оптичної інформації, дало можливість пояснити його фізичну природу на основі макропоршень будови кристалів.

Творчий шлях академіка О.Г. Гольдмана відбиває складний шлях розвитку вітчизняної фізичної та методичної науки. На всіх етапах та напрямках науково-педагогічної діяльності учений виявляв принципове та відповідальне ставлення до результатів дослідницької роботи, їх фундаментального та прикладного значення. Наукова вимогливість забезпечила створення потужної наукової школи, представники якої зробили вагомий внесок у розвиток фізики напівпровідників.

Вчений обстоював принцип системності та експериментальної виваженості як в організації суто наукових досліджень, так і у викладанні фізики. Видатний організатор вітчизняної науки важливого значення надавав необхідності висвітлення на високому науково рівні сучасних досягнень в шкільному курсі, розвитку фізичної термінології, як необхідних умов посилення теоретичної та прикладної спрямованості шкільної фізичної освіти, ролі підручника фізики в забезпеченні досягнення її результатів.

У розвиток означеного питання зауважимо, що згідно діючого положення про конкурс підручника для загальноосвітніх навчальних закладів наукову експертизу рукописів з фізики здійснюють науково-дослідні установи Національної академії наук України (Інститут фізики, Інститут теоретичної фізики, Інститут магнетизму). Директор Інституту магнетизму НАН України, академік В.Г. Бар'ярхтарп є рецензентом підручників, що використовуються в школі, танавчальних програм з фізики.

### *Список використаної літератури*

1. Благодаренко Л. Ю. Теоретико-методичні засади реалізації фізичної компоненти державного стандарту базової середньої освіти: автореф. дис.... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Л. Ю. Благодаренко; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 2011. — 40 с.
2. Бугаев А.И. Тенденции развития обучения физике в современной общеобразовательной школе: автореф. дисс.... д-ра. пед. наук: 13.00.02 / А.И. Бугаев. - М., 1983.- 48 с.
3. Гольдман О.Г. Основні закономірності теорії випростувачів та фотоелементів (поширена доповідь на січневій сесії ВУАН 1934 р.) / О.Г. Гольдман.- К.: ВУАН, 1934.- 31 с.
4. Гольдман А.Г. Стимулированные токи и электролюминесценция (стимулир. проводимость полупроводников) / А.Г. Гольдман, Г.А. Жолкевич.- К.: Наук. думка, 1972.- 197 с.
5. Де-Метц Г.Г. Загальна методика викладання фізики. Теорія та практика викладання / Г.Г. Де-Метц.- К.: ДВУ, 1929.- 299 с.
6. Матеріали про складання й видання підручників і програм для учбових закладів України. ЦДАВОВ. Ф. 166. Опис 10. № 494. Аркуш. 233.
7. Матеріали про складання й видання підручників на 1932/1933 учбовий рік. Ф. 166. ЦДАВОВ. Опис. 10. № 496. Аркуші 323 – 325.



8. Оріхів Д. Підручники для політехнічної школи. Кіяшко О., Леущенко Л., Франковський В. Фізика. Підручник для політехнічної школи. 5, 6, 7 рік навчання. Випуск I (5 – 76 стор., 6 – 79 стор., 7 – 128 стор.) //Комуністична освіта.- 1932.-. № 11 – 12.
9. Приблуда З. Основи методики фізики /Затвержено НКО як посібник для студентів педагогічних інститутів та вчителів / З. Приблуда.- Х.-К.: ДНТВУ, 1937.- 341 с.
10. Проскура О. Осяяні світлом науки. Нариси з історії фізики /О. проскура.- Л.: Євросвіт, 2009.- 416 с.
11. Проскура О. Засновник Інституту фізики НАН України академік Олександр Гольдман // Український фізичний журнал.- 1999.- Т. 44, № 12.- С. 1536 – 1540.
12. Рецензії на підручники і учбово-допоміжну літературу для учбових закладів та візи. ЦДАВОВ. Віза № 97. Ф. 166. Опис 10. № 510. Аркуші 54 – 55.
13. Электролюминесценция твердых тел: труды III совещ. по электролюминесценции (Тарту, июль 1969) / отв. ред. акад. А.Г. Гольдман.- К.: Наук. думка, 1971.- 319 с.
14. Электролюминесценция твердых тел и ее применение: труды IV совещ. по электролюминесценции (Черновцы, окт. 1971) / ред. кол.: акад. АН УССР А.Г. Гольдман.- К.: Наук. думка, 1972.- 366 с.

***Головко Н.В. Неизвестные имена в истории отечественной дидактики физики: вклад академика Александра Гольдмана в развитие научной составляющей содержания и методов обучения физики в средней школе.***

*В статье на основе изучения и анализа учебно-методических работ, научных источников и архивных материалов впервые системно исследуется вопрос взаимосвязи отечественной академической физической науки и дидактики физики в усилении научной составляющей школьного физического образования. Освещается научно-педагогическая деятельность выдающегося ученого, основателя Института физики НАН Украины, академика А.Г. Гольдмана, его вклад в развитие содержания и методики обучения физике учащихся средней школы.*

***Ключевые слова:*** история дидактики физики , методика обучения , учебник физики , курс физики.

***Golovko M.V. Unknown names in the history of didactics of physics: the contribution of Academician Alexander Goldman research component to the development of content and methods of teaching physics in secondary schools.***

*The article is based on research and analysis of educational works, scientific sources and archival material for the first time systematically investigated the question of the relationship of the national academic physical science and didactics of physics to strengthen scientific component of school physical education. Highlights the research and teaching activities of an outstanding scientist, founder of the Institute of Physics of NAS of Ukraine, Academician O.G. Goldman, his contribution to the development of the content and methods of teaching physics high school students.*

***Keywords:*** history didactics, methods of teaching, textbook physics, physics course.

*Касперський А.В.  
Національний педагогічний університет  
імені М.П. Драгоманова  
Коробченко В.Я.  
Національний педагогічний університет  
імені М.П. Драгоманова*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ МОДИФІКОВАНИХ ПОЛІОЛЕФІНІВ ЯК НАУКОВОГО КОМПОНЕНТУ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Досліджено модифікований вплив іонізованого опромінення на теплопровідність наповнених поліетилену та поліпропілену як елементу навчального процесу.*

**Ключові слова:** експериментальне дослідження, теплопровідність, радіація.

### **Вступ**

Комплексна модифікація структури і властивостей частково кристалічних поліолефінів у процесі наповнення та радіаційного опромінення систем є суттєвим фактором отримання високомолекулярних речовин з прогнозованими властивостями. Значний інтерес становлять зміни в системах при незначних дозах опромінення.

На основі досліджень динамічних характеристик  $tg\delta=f(T)$  та  $v_{3\sigma}=f(T)$  відомо, що під впливом модифікаторів виникають міжмолекулярні та внутрішні молекулярні полімерних систем.

Для більшої об'єктивності результатів є сенс дослідити вплив наповнювачів і опромінення швидкими електронами на теплопровідність модифікованих систем.

### **Об'єкти дослідження**

Досліджувався вплив радіаційного опромінення на поліетилен низької густоти (ПЕНГ) і поліпропілен (ПП), наповнені діоксидом титану ( $TiO_2$  – рутил) і січкою армованого скла.

Дослідна доза опромінення наповнених поліолефінів змінювалась у межах  $0 \div 1$  МГр. Зразки після опромінення температурно релаксували, що зменшувало внутрішню напруженість. Характер змін теплопровідності системи оцінювалося в області  $120 \div 400$  К.

### **Результати та їх обговорення**

Як видно, теплопровідність наповнених твердих інгредієнтів полімерних композицій пов'язана з двома факторами, які впливають як на величину  $\lambda$ , так і її температурний коефіцієнт  $\Delta\lambda$  і  $\delta T$ . При малих вмістах наповнювача суттєву роль відіграють зміни ступеня кристалічності (СК) та розміри кристалічних утворень полімер-матриці у частково кристалічних поліолефінах, зокрема у поліетилені (ПП) та поліпропілені (ПП) [1].

Аналіз концентраційних залежностей теплопровідності показує, що із збільшенням концентрацій наповнювачів пріоритетний вплив на сумарний ефект має власна теплопровідність наповнювача.

При вмістах твердих інгредієнтів (20-30% мас) адитивно розраховано теплопровідність значно вища значень одержаних експериментальним шляхом, яка обумовлена зменшенням упорядкованих областей і мікро дефектами внаслідок впливу стеричних факторів при структуроутворенні.

На рис.1 представлені залежності теплопровідності базового та модифікованого наповнювачами поліетилену від дози опромінення.

Наявність у ПЕ наповнювачів не змінює характеру температурної залежності  $\lambda$ . Температурний коефіцієнт  $\Delta\lambda$  і  $\dot{\gamma}T$  для композицій ПЕ+TiO<sub>2</sub> і ПЕ+СВ становить відповідно  $0,95 \cdot 10^{-3}$  Вт/мК<sup>2</sup> і  $1,1 \cdot 10^{-3}$  Вт/мК<sup>2</sup>.

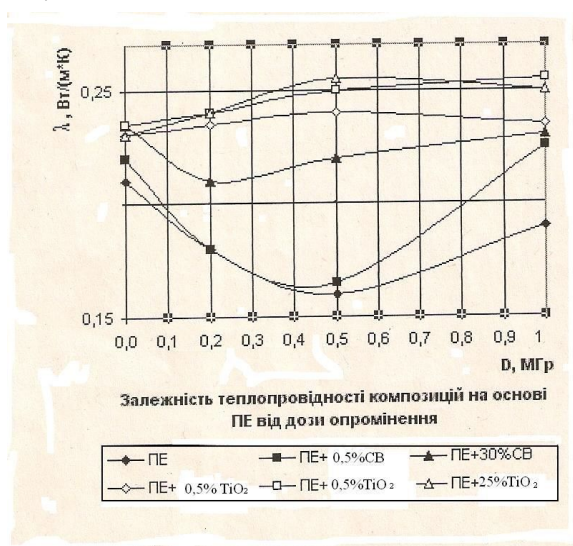


Рис.1

Це, очевидно, пояснюється пріоритетним впливом радіації на області віддалені від наповнювача, які утворилися в процесі температурного режиму структуроутворення наповнених систем.

Отже, можна вважати, що внаслідок рівня енергії  $\beta$ -частинок відбувається аморфізація та руйнування структури макромолекул, аж до розм'якшення і деструкції до мономерів у жорстких напружених ділянках макромолекул між кристалічними утвореннями.

Більш різке збільшення  $\Delta\lambda$  і  $\dot{\gamma}T$  в області обумовлене інтенсивним розсіюванням фонів на границях структурних утворень і молекулярною рухливістю. У іонізаційно зшитих ПЕ і ПП вище текучості характер і значення теплопровідності залежить від ступеня зшитості системи.

Як вказано на рис.1 та рис.2, де представлені залежності теплопровідності від іонізаційної дози наповнених полімерних композицій на основі поліетилену і поліпропілену, хід кривих і значення  $\lambda$  мають характерні відмінності.

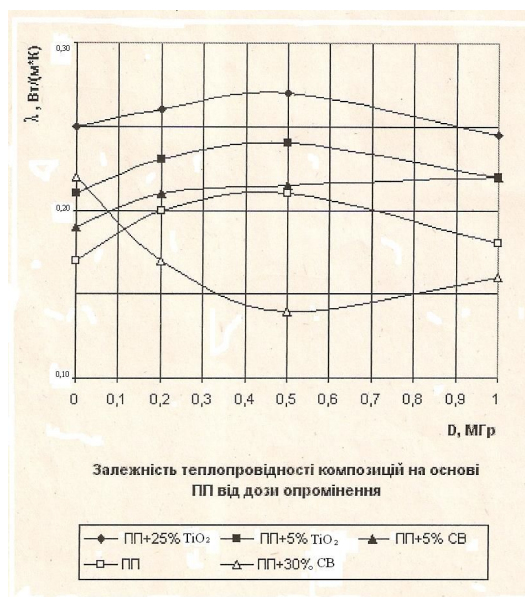


Рис.2

Різниця характеру зміни теплопровідності ПЕ і ПП під впливом радіаційної обробки пояснюється різним характером процесу зшивання і деструкції в цих полімерах.

Деяке зростання при модифікації ПЕ дозою 1МГр у порівнянні з дозами 0, МГр і 0,5 МГр пояснюється збільшенням узагальненої величини напруженості системи за рахунок збільшення густини стінки. Це явище спостерігається при вмісті анізодіаметральних частинок СВ, які вносять, як було раніше зазначено, малі надмолекулярні зміни у комбінації.

Різниця температурних залежностей  $\lambda$  в інтервалі температур 120÷400 К пояснюється тим, що при дозах 0,2 МГр та 0,5 МГр радіаційні процеси в основному проявляються в аморфних областях. При цьому, як відомо, середні розміри кристалів практично не змінюються.

Вимороження деяких кінетичних процесів при дозі 1 МГр, зменшення СК та розмірів кристалів визначає зменшення  $\Delta\lambda$  і  $\frac{1}{4}\lambda$  у радіаційно модифікованих системах.

При вмісті 30% СВ у поліетилені при дозі 1 МГр максимальне значення середньої довжини вільного пробігу фононів  $\langle l \rangle$  обумовлене жорсткістю системи максимальним адитивним вкладом теплопровідності скловолокна та арміруючою дією анізодіаметральних частинок.

Різна структуроутворююча дія частинок TiO<sub>2</sub> і СВ обумовлює максимальне значення  $\lambda$  для ПЕ+25% TiO<sub>2</sub> при дозі 0,3 МГр.

Внаслідок того, що ПП більш індіферентний до зшивання під дією радіації, залежність теплопровідності від дози для композицій на основі поліпропілену має відмінності від композицій на основі ПЕ (рис.2).

При малій зміні ступеня кристалічності розміри кристалітів змінюються таким чином, що виникають підстави вважати можливою їх побудову за рахунок продукту реолізу. Це сприяє підвищенню теплопровідності ПП при дозі 0,2 МГр. Максимум структурної перебудови при дозі 0,5 МГр відповідає максимальному значенню  $\langle l \rangle$ .

На цьому температурному інтервалі дослідження характер залежностей  $\lambda$  ПП від дози опромінення зберігається. Проте, у різних температурних областях температурний коефіцієнт  $\Delta\lambda$  і  $\delta T$  не однаковий. В інтервалі 270 ÷ 320 К найменше значення  $d\lambda / \lambda dT$  має

ПП, опромінений дозою 1 МГр. Очевидно, що утворена зшита структура найменше піддається впливу температурного поля, що визначає інтенсивне розсіювання фононів на міжмолекулярних зшивках і зменшення  $\lambda$ .

Одержані експериментальні результати залежності тепло перенесення у наповнених полімерних композиціях від дози радіаційної обробки дозволяє зробити висновок, що  $\lambda$  модифікатів залежить від поєднання величини концентрації інгредієнтів та радіаційної дози.

Опромінення композиції ПП+TiO<sub>2</sub> дозами, меншими 0,5 МГр, веде до підвищення  $\lambda$ . При дозі 1 МГр спостерігається деяке зменшення  $\lambda$ , але теплопровідність систем не нижча, ніж неопромінених. Середня довжина вільного пробігу фононів найвища при 0,5 МГр.

### **Висновок**

Той факт, що максимальне значення  $\lambda$  і  $\langle l \rangle$  при певному поєднанні вмісту наповнювачів і дози радіаційного опромінення спостерігається при зниженні густини системи і практично незмінній СК, а також динамічні механічні параметри свідчать про те, що на характер зміни теплопровідності, яка визначається молекулярними взаємодіями, переважно впливають зміни пружності системи внаслідок утворення міжмолекулярних зшивок і збільшення відсотка гель-фракції.

Поряд з цим науково-дослідні навички сприяють поглибленню знань фізико-технічних дисциплін та впровадження результатів наукових, експериментальних досліджень в навчальному процесі.

### **Список використаної літератури**

1. Н.И. Шут, А.В. Касперский, В.П. Гордиенко Теплопроводность облученного полиэтилена, наполненного стекловолокном. – М. Пластические массы, №1 – 1977. – с. 21 – 22.

***Касперский А.В., Коробченко В.Я. Исследование теплопроводности модифицированных полиолефинов как научный компонент профессиональной подготовки учителей технологий.***

*Исследовано модифицированное влияние ионизированного облучения на теплопроводность наполненных полиэтилена и полипропилена как элемента учебного процесса.*

***Ключевые слова:*** экспериментальное исследование, теплопроводность, радиация.

***Kaspersky A.V., Korobchenko V.Y. Investigation of the thermal conductivity of modified polyolefins as academic component of vocational teacher training technology.***

*Investigated the influence of ionizing radiation modified the thermal conductivity of filled polyethylene and polypropylene as part of the learning process.*

***Keywords:*** experimental study, thermal conductivity, radiation.

## ПОНЯТТЯ ПРО ЕКОЛОГІЧНУ КОМПЕТЕНТНІСТЬ, ЇЇ СТРУКТУРУ ТА УМОВИ ФОРМУВАННЯ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ

*У статті розглянуто підходи до трактування понять «екологічна компетенція», «екологічна компетентність». З'ясовано структуру та функції екологічної компетентності. Визначено умови за яких вчитель матиме змогу формувати та розвивати екологічну компетентність школярів під час навчання фізики.*

**Ключові слова:** компетентність, екологічна компетентність, основна школа.

На сьогоднішній день негативний вплив людства на навколишнє природне середовище сягнув величезних масштабів, що призвело до виникнення планетарної екологічної кризи. У зв'язку з цим, суспільство висуває потребу у компетентній особистості, яка на основі самостійного критичного мислення і відповідальності буде готовою і здатною не лише визначати екологічні проблеми, знаходити раціональні шляхи їх вирішення, а й попереджати виникнення останніх.

Згідно Концепції екологічної освіти в Україні N13/6-19 від 20.12.2001 [8] школі відводиться провідна і найважливіша роль в екологічній освіті і вихованні молоді.

Реформування загальноосвітньої школи на нові показники освіти (компетентності) дає можливість для підготовки особистості, здатної знаходити правильні рішення у конкретних навчальних, життєвих, а в майбутньому і професійних ситуаціях. Тому актуальним завданням сучасної школи є реалізація компетентнісного підходу в навчанні, який передбачає спрямованість освітнього процесу на формування і розвиток компетентностей особистості однією з яких є екологічна.

**Мета** нашої статті полягає у з'ясуванні сутності поняття «екологічна компетентність» її структури, функцій та умов формування у процесі навчання фізики учнів основної школи.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати наступні завдання:

- зробити огляд методичної літератури з теми дослідження;
- з'ясувати сутність понять «екологічна компетенція» та «екологічна компетентність»;
- визначити структуру екологічної компетентності, її функції та місце в ієрархії компетентностей;
- визначити педагогічні умови формування екологічної компетентності учнів основної школи у процесі навчання фізики.

Ознайомлення з літературою, присвяченою даній проблемі, дало можливість встановити, що єдиного підходу до визначення поняття «екологічна компетентність» немає. Основні підходи до формування екологічної компетентності школярів, сутність та структуру цього поняття визначено у працях В.А.Даниленкової [3], Д.С.Єрмакова [5], А.Н.Захлебного [6], В.В.Маршицької [10], Н.Ю.Олійник [11], А.М.Рябова [12], В.Д.Шарко [17] та ін.

Поняття «екологічна компетентність» часто, навіть у науковій царині, плутається із поняттям «екологічна компетенція». Аналіз літератури щодо сутності цих понять розкриває досить широке їх поле трактувань.

Так, В.В.Гузь [2] розглядає екологічну компетентність як здатність «бачити», формулювати і вирішувати екологічну проблему у конкретній навчальній або практичній життєвій ситуації.

Під екологічною компетенцією В.А.Даниленкова розуміє «наперед задану вимогу до екологічної підготовки» [3].

У своїх дослідженнях А.М.Рябов екологічну компетентність трактує як «усвідомлену здатність і готовність до продуктивної екологічної діяльності, спрямовану на поліпшення стану навколишнього природного середовища в процесі діагностики, рішення та попередження виникнення екологічних проблем» [12]. А «екологічна компетенція» у його розумінні – це «вимога до освітньої підготовки в області екологічної діяльності у зв'язку із зростаючим впливом людини в оптимальний потік природних процесів, спрямованої на виявлення, рішення та профілактику проблем екологічного характеру» [12].

В.І.Томаков [16] означає екологічну компетентність як характеристику особистості, що виражається в єдності його теоретичних знань, практичної підготовки, можливості і готовності реалізовувати всі види своєї професійної діяльності, які задовольняють певні вимоги виробництва та охорони праці, забезпечують необхідний рівень здоров'я, безпеку життєдіяльності людини і екологічну безпеку середовища життя.

Як свідчить аналіз наукової літератури поняття «екологічна компетенція» і «екологічна компетентність» не тотожні і їх необхідно розрізняти. У своїх дослідженнях стосовно поняття «*екологічна компетенція*» ми приймаємо позицію Д.С.Єрмакова [5], який трактує її як «нормативні вимоги до освітньої підготовки учнів в області екологічної діяльності, направленої на збереження та стабільний розвиток життя, на практичне поліпшення стану середовища життя в процесі виявлення, рішення і попередження екологічних проблем с».

Ми погоджуємося з думкою Н.Ю.Олійник [11] яка розглядає екологічну компетентність як «інтегрований результат навчальної діяльності, який формується передусім завдяки опануванню змісту предметів екологічного спрямування і набуттям досвіду використання екологічних знань у процесі навчання предметів спеціального і професійного циклів» [11] та даємо своє визначення цього поняття.

Отже, «*екологічна компетентність*» – це інтегрований результат навчальної діяльності учнів, пов'язаний із набуттям системи знань, умінь та ціннісних орієнтацій особистості у сфері екологічної діяльності, які формуються передусім завдяки опануванню змісту предметів екологічного спрямування серед яких значиме місце займає фізика.

Дане визначення потребує конкретизації понять знання, уміння та ціннісні орієнтації особистості. Отже, під *знаннями* ми будемо розуміти систему знань про біосферу та її характеристики; уявлення про природні ресурси та способи їх збереження; уявлення про сучасні екологічні фактори впливу на довкілля.

Під *умінням* ми розуміємо уміння оцінювати екологічну ситуацію, що склалася; практичні уміннями й навичками раціонального природокористування; уміння дотримуватися правил техніки безпеки у надзвичайних ситуаціях природного чи техногенного характеру; уміння дотримуватися правил поведінки у природі; уміння вести здоровий спосіб життя.

Під *ціннісними орієнтаціями особистості* ми розуміємо набір певних особистісних якостей (відповідальності, активності, ініціативності тощо), які спонукають до усвідомлення учнями сутності людини та норм її поведінки задля збереження навколишнього середовища.

Екологічна компетентність як інтегральна якість особистості визначається сукупністю сформованих у її структурі компонентів.

Аналіз компонентного складу екологічної компетентності засвідчує, що в її структурі науковці виділяють різну кількість компонентів (від 3 [11] до 5 [5]). У кожній із структур є компоненти, що містять знання (знансвий, знаннево-змістовний, інформаційно-досвідний, інтелектуальний, змістовий, когнітивний), вміння та навички (практичний, діяльнісний, практико-дієвий, операційно-технологічний, поведінково-діяльнісний, діялісно-практичний) і особистісне ставлення учнів до екологічних проблем (мотиваційний, аксіологічний, ціннісно-мотиваційний, особистісний, ціннісні орієнтації, потреби, мотиви, досвід екологічної діяльності, мотиваційно-вольовий, рефлексивний).

Ми погоджуємося з твердженням В.Д.Шарко [18] про те, що всі різновиди компетентностей, у тому числі й екологічна, є видовими поняттями по відношенню до родового поняття «компетентність», тому вони повинні мати однакову структуру та включати когнітивний, діялісний і особистісний компоненти.

*Когнітивний компонент* включає систему екологічних знань, що лежить в основі екологічного світогляду і виражається у світосприйнятті, світовідчутті і світорозумінні людини.

*Діялісний компонент* забезпечує опанування учнем світоглядних знань у процесі формування природничо-наукової картини світу на основі наукових знань про природу, які є основою для формування екологічної культури і поведінки школярів у природі.

*Особистісний компонент* спрямований на усвідомлення себе частиною природи через формування екопсихологічної свідомості, забезпечує усвідомлення необхідності ведення здорового способу життя та його ролі для саморозвитку й самореалізації особистості, сприяє формуванню особистісної компетентності школярів; забезпечує усвідомлення учнями сутності людини, норм її поведінки у природному середовищі.

У зв'язку з цим структура екологічної компетентності буде такою (рис.1):



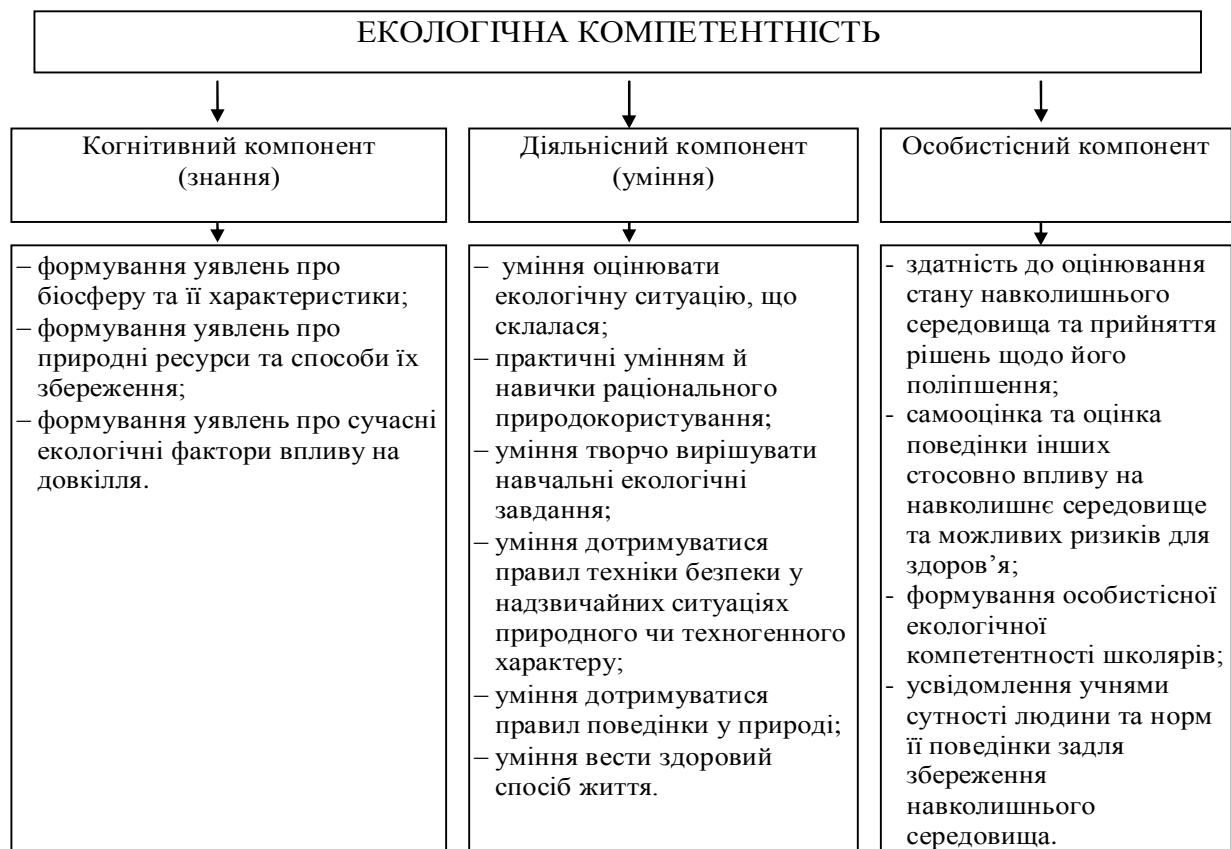


Рис. 1 Структура екологічної компетентності

Аналіз літератури [2], [3], [5], [6], [10], [11], [12], [13], [14], дає нам можливість виокремити наступні функції екологічної компетентності учнів основної школи у процесі навчання фізики:

1) морально-етична – формування норм поведінки на основі пізнання законів, особливостей взаємодії зі світом живого, розгляду питання про вичерпність ресурсів, негативний вплив господарської та промислової діяльності, наукових випробувань [13];

2) гігієнічна – розуміння значення природи для збереження і зміцнення здоров'я людей, прагнення зберегти сприятливі для життя умови середовища існування;

3) інтегративна – як інтегрований результат навчальної діяльності учнів, пов'язаний із набуттям системи знань, умінь та ціннісних орієнтацій особистості у сфері екологічної діяльності;

4) системна – розгляд екологічної компетентності як складного, системного утворення;

5) соціальна – використання знань, умінь, досвіду за допомогою різних прийомів та способів у залежності від індивідуальних та вікових особливостей середовища найближчого оточення;

6) прогностична – уміння прогнозувати та попереджати наслідки впливу людської діяльності на екологію планети;

7) практична – практичне використання новітніх досягнень людства задля покращення екологічної обстановки;

8) економічна – розумне розпорядження виробничими силами суспільства та досягненнями науково-технічного прогресу за для збереження природних ресурсів [13];

9) розвивальна – розвиток загальних здібностей, самостійності, ініціативності на основі організації різноманітної діяльності екологічного спрямування [13].

10) професійного самовизначення – пошук власного «Я» серед множини професій, пов'язаних з екологією, природою в цілому, її збереженням, примноженням, відновленням та розвитком [13];.

Серед науковців залишається відкритим питання місця екологічної компетентності у ієрархії компетентностей.

Аналіз педагогічної літератури (С.А.Жданова, В.В.Маршицька, О.Л.Пруцакова, С.Руденко, Л.Ю.Машева, В.Д.Шарко та ін.) дозволив встановити, що одностайної думки з даного питання серед вчених немає.

Основні розбіжності у класифікації компетентностей виникають стосовно ключових компетентностей так як вони є найбільш загальними і досягаються в процесі навчання через усі без винятку предмети (у тому числі й фізики).

Згідно «Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» до *ключових* компетентностей належить уміння вчитися, спілкуватися державною, рідною та іноземними мовами, математична і базові компетентності в галузі природознавства і техніки, інформаційно-комунікаційна, соціальна, громадянська, загальнокультурна, підприємницька і здоров'язбережувальна компетентності, до *предметних* (галузевих) - комунікативна, літературна, мистецька, міжпредметна естетична, природничо-наукова і математична, проектно-технологічна та інформаційно-комунікаційна, суспільствознавча, історична і здоров'язбережувальна компетентності. *Міжпредметні* компетентності, пов'язані з фізикою, формуються при вивченні усіх дисциплін природничо-математичного циклу [4].

Критеріями оцінювання навчальних досягнень учнів загальноосвітніх закладів [9] передбачено основні групи компетентностей: соціальні, полікультурні, комунікативні, інформаційні, саморозвитку і самоосвіти, продуктивної творчої діяльності.

Екологічна компетентність може бути відображена через основні групи компетентностей: [2]

*Соціальні компетентності* включають: здатність брати на себе екологічну відповідальність, приймати рішення і робити вибір в проблемній екологічній ситуації, безконфліктно вирішувати екологічні життєві ситуації, сприймати екологічні норми суспільства.

*Полікультурні*: оволодіння досягненнями екологічної культури у поєднанні з розумінням та повагою до матеріальної, духовної, національної культури людей інших національностей, релігій, культур, мов, рас, політичних уподобань та соціального становища.

*Комунікативно-інформаційні* – вміння рольового спілкування на міжособистісному, корпоративному, міждержавному і глобальному рівнях, добувати, осмислювати, опрацьовувати і використовувати інформацію з різних джерел з метою вирішення екологічних проблем.

*Саморозвитку і самоосвіти* – мати потребу і готовність до безперервної екологічної освіти протягом усього життя.

*Продуктивної творчої діяльності* – здатність до екологічного мислення, самостійного виявлення, формулювання і розв’язування екологічних проблем у конкретній навчальній або практичній життєвій ситуації.

Узагальнення підходів науковців [1], [7], [15], [16] та ін.. щодо ієрархії компетентностей свідчить про те, що деякі компетентності одночасно представлені як ключові і предметні (соціальна, інформаційна, життєва, здоров’язбережувальна), міжпредметні і предметні (інформаційна, здоров’язбережувальна). Загальнокультурна та політична охоплюються змістом інформаційної або соціальної. Це означає, що вони формуються як засобами окремого предмета так і всіх навчальних дисциплін.

Як бачимо, ієрархії компетентностей тісно переплітаються, адже на всіх рівнях освіти під час формування ключових, загальнопредметних і предметних компетентностей мають бути враховані як предметний, соціальний, так і особистісний аспекти.

Співставляючи зміст понять «екологічна компетентність» та основних груп компетентностей, відзначимо системний, комплексний характер їх співвідношень. У зв’язку з цим екологічну компетентність розглядають: як складову життєвої компетентності, яка стосується взаємодії особистості й навколишнього середовища (О.Гуренкова, Л.Титаренко, К. Корсак, Л. Хоружа, І. Ящук); як особистісну характеристику яка входить до складу здоров’язбережувальної компетентності (Н.Єрмакова); як інтегративний результат навчання, який виходить за межі предметної складової навчання екологічну компетентність можна віднести до міжпредметних компетентностей (І.Родигіна).

Тобто екологічна компетентність формується на міжпредметному рівні з урахуванням специфіки предметів і пізнавальних можливостей учнів основної школи, забезпечуючи місток між природничими, фізикою зокрема, та гуманітарними науками; а як предметна – у результаті засвоєння змісту предмету «Екологія».

Ми поділяємо думку А.В.Захлебного про те, що «екологічна компетентність пронизує всі ключові компетентності, які формуються в загальноосвітній школі як екологічний стиль мислення і поведінки в соціально проблемних екологічних ситуаціях, що виникають у різних видах і напрямках діяльності людини. Але при цьому вона не втрачає своєї самостійності, являється ключовим, інтегрованим результатом загальної освіти, її загальнокультурним показником» [6].

Теоретичні положення, що визначають процес формування екологічної компетентності учнів основної школи під час вивчення фізики, дають підстави визначити провідні підходи у їх розробленні. Такими підходами є:

- системний підхід – спрямований на усвідомлення екологічної підготовки як цілісного утворення, яке має змістовні, структурні і функціональні зв’язки;

- особистісно-діяльнісний підхід - орієнтований на формування в учнів екологічної компетентності через діяльність, направлену на збереження навколишнього середовища та власне здоров’я;

- проблемно-інтегративний підхід – передбачає використання різних видів проблемних ситуацій і форм інтеграції в процесі вивчення інтегративних курсів екологічного змісту;

- компетентнісний підхід – кінцевим результатом навчання якого є сформованість в учнів екологічної компетентності як результату перетворення уявлень про природу із зовнішнього знання на внутрішнє, особистісно значиме, перенесення акцентів з рівня знань суб'єктів навчання на їх уміння використовувати інформацію для вирішення практичних екологічних проблем.

Відповідно до визначених теоретичних підходів, можна сформулювати методичні умови, що можуть зробити процес формування екологічної компетентності учнів основної школи під час вивчення фізики більш ефективним. А саме:

- ціннісний підхід до організації навчально-виховного процесу школярів;
- дотримання принципу міждисциплінарності та посилення інтеграції теоретичних знань учнів;
- упровадження активних методів навчання, таких як тренінги, ділові ігри, що дають досвід і навички комунікативності, висунення та обговорення гіпотез розв'язку певних екологічних проблем;
- упровадження елективних курсів екологічного спрямування з метою розвитку пізнавальних інтересів учнів, усвідомлення ними існуючих загроз навколишньому середовищу, розуміння можливих шляхів їх подолання сучасною цивілізацією;
- володіння вчителем фізики екологічною компетентністю як складовою професійної компетентності.

**Висновки.** Таким чином, узагальнюючи вищезазначене, можна сказати, що актуальність проблеми формування екологічної компетентності учнів основної школи обумовлена загостренням екологічної ситуації в Україні, необхідністю актуалізації процесів прийняття природобезпечних рішень і відповідальності за наслідки діяльності в довіллі.

Аналіз психолого-педагогічних джерел довів необхідність детальнішого розкриття змісту поняття «екологічна компетентність», особливостей структури останньої та умов реалізації у навчально-виховному процесі. Під «*екологічною компетентністю*» ми розуміємо інтегрований результат навчальної діяльності учнів, пов'язаний із набуттям системи знань, умінь та ціннісних орієнтацій особистості у сфері екологічної діяльності, які формуються передусім завдяки опануванню змісту предметів екологічного спрямування серед яких значиме місце займає фізика. У структурі екологічної компетентності ми виділяємо когнітивний, діяльнісний та особистісний компоненти. Провідними підходами, що визначають процес формування екологічної компетентності учнів основної школи під час вивчення фізики є системний, особистісно-діяльнісний, проблемно-інтегративний та компетентнісний. Зазначені підходи забезпечують реалізацію умов формування екологічної компетентності учнів основної школи у процесі навчання фізики.

Перспективою подальших досліджень з даної теми є розробка навчально-методичного забезпечення процесу формування екологічної компетентності учнів основної школи під час вивчення фізики.

## *Список використаної літератури*

1. Авдеева Н. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Педагогика. – 2003. – №5. – С. 34-39.
2. Гузь В.В. Дидактичні технології формування екологічної компетентності старшокласників у навчанні природничо-науковим дисциплінам. С.52-56. Режим доступу.- [Електронний ресурс]: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/znpkp\\_ped/2008\\_14/2\\_02\\_Huss.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/znpkp_ped/2008_14/2_02_Huss.pdf)
3. Даниленкова В.А. Формирование экологической компетенции у студентов технического вуза.: автореф диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук.13.00.08. Теория и методика профессионального образования./ Даниленкова Валентина Анатольевна / Калининград, 2005.-20с.
4. Державний стандарт базової і повної середньої освіти Режим доступу: [Електронний ресурс]. – <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF>
5. Ермаков Д.С. Педагогическая концепция формирования экологической компетентности учащихся: диссертация ... доктора педагогических наук: 13.00.01. - Москва, 2009.- 396 с.: ил.
6. Захлебный А.Н. Школа и проблемы охраны природы. / А.Н.Захлебный. - М.: Педагогика, 1981.-184 с.
7. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования / И.А.Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.
8. Концепція екологічної освіти України // Екологія і ресурси: зб. наук. праць. – 2002. – № 4. – С.5–25.
9. Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів у систем загальної середньої освіти // Директор школи. – 2000. № 39-40. – 126 с.
10. Маршицька В.В. Сутнісні характеристики екологічної компетентності учнів початкової школи / В.В.Маршицька // Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді: [зб. наук. праць]. – Київ, 2005. – Кн. 2. – Вип. 8. – С. 20 – 24.
11. Олійник Н.Ю. Формування екологічної компетентності студентів гідрометеорологічного технікуму у процесі навчання інформаційних технологій. /Наталія Юрївна Олійник/ Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання з технічних дисциплін.-Харків, 2005.-20с.
12. Рябов А.М. Педагогические условия формирования экологической компетентности старшеклассников.: автореф. дисс...на соискание ученой степени канд. пед.х наук. 13.00.01 – Общая педагогика, история педагогики и образования./ Рябов Александр Михайлович/ - Москва, 2012.-23с.
13. Самілик В.І. Формування екологічної компетентності студентів-біологів – майбутніх вчителів. - Режим доступу [Електронний ресурс]: <http://nauka.zinet.info/6/samilyk.php>
14. Томаков В.И. Теоретические основы формирования экологической компетентности будущего инженера.: автореф. дисс. на соискание уч.степени доктора пед.наук. 13.00.08 — теория и методика профессионального образования./ Томаков Владимир Иванович / Елец, 2007. - 57с.
15. Трубачева С.Е. Умови реалізації компетентнісного підходу в навчальному процесі // Компетентнісний підхід часної освіти: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / Під заг. ред. О.В. Овчарук. К."К.І.С.", 2004. – С. 53-58.
16. Хуторской А.В., Хуторская Л.Н. Компетентность как дидактическое понятие: содержание, структура и модели конструирования // Проектирование и организация самостоятельной работы студентов в контексте компетентностного подхода: Межвузовский сб. науч. тр. /

- Под ред. А.А.Орлова. – Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2008. – Вып. 1. – С.117-137.
17. Шарко В.Д. Підготовка вчителя до здійснення екологічного виховання учнів на уроках фізики. /В.Д.Шарко// Фізика та астрономія №1.-2005.-С.14-17.
18. Шарко В.Д. Сучасний урок фізики: технологічний аспект: Посібник для вчителів і студентів. - К., 2005. - 220 с.

***Куриленко Н.В. Понятие об экологической компетентности, её структуре и условиях формирования в процессе обучения физики учащихся основной школы.***

*В статье рассмотрены подходы к трактовке понятий «экологическая компетенция», «экологическая компетентность». Выяснено структуру и функции экологической компетентности. Определены условия, при которых учитель может формировать и развивать экологическую компетентность школьников при обучении физике.*

***Ключевые слова:*** компетентность, экологическая компетентность, основная школа.

***Kurilenko N. Notion of environmental competence, of its structure and formation conditions in the process of physics teaching for basic school students.***

*The article discusses approaches to the interpretation of the concepts of «ecological competence», «ecological expertise». Elucidated the structure and function of ecological competence. The conditions under which teachers can build and develop environmental expertise in physics teaching are defined.*

***Keywords:*** competence, environmental competence, basic school.

## **ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ**

*Розглядається роль законів збереження в формуванні наукового світогляду майбутніх вчителів фізики. Аналізуються можливі методичні підходи розгляду закону збереження енергії.*

***Ключові слова:** закони збереження імпульсу, моменту імпульсу, енергії, рівняння Лагранжа.*

**Постановка проблеми.** Формування наукового світогляду майбутніх вчителів фізики відбувається на протязі всього періоду навчання. Але не всі теми, навіть не всі курси фізики, вносять однаковий внесок у цей процес. На наш погляд, серед тем, які найбільшою мірою впливають на формування цілісних уявлень про сучасну фізичну картину світу, на світоглядні, соціальні та навіть етичні погляди людей, в процесі навчання потрібно виділити теми, пов'язані з розглядом законів збереження. Викладання цих тем на основі сучасних уявлень теоретичної фізики є особливо актуальною проблемою в підготовці майбутніх учителів фізики, оскільки засвоєні ними наукові концепції та ідеї будуть надалі багато разів тиражуватися і, зрештою, у найближчій перспективі визначать інтелектуальний рівень випускників шкіл, і, як наслідок, - світоглядний настрій у суспільстві. Тому зазначені питання в системі підготовки вчительських кадрів з фізики повинні мати достатньо повне і сучасне науково-методичне обґрунтування, основане на загальних теоріях, які є фундаментом усієї теоретичної підготовки.

**Аналіз актуальних досліджень** [1-3], навчальних програм і навчальних посібників [4-6] показує, що при підготовці студентів педагогічних університетів розвитку світогляду відводиться достатньо велика увага, але, тим не менш, потенціал у формуванні наукового стилю мислення студентської молоді, який міститься у вивченні законів збереження, не вичерпано. Значною мірою поза увагою залишається не лише їх зв'язок з властивостями простору та часу, але й взаємозв'язок законів збереження і законів руху. Це значно звужує можливості загальноосвітнього і світоглядного впливу законів збереження і тому методичні розробки, що стосуються як власне цих законів, так і їх використання у різних розділах фізики та посилення методологічної спрямованості їх навчання є дуже важливими, а в останній час - особливо актуальним. Це пов'язано з тим, що, як справедливо зазначають Л.Ю. Благодаренко і М.І. Шут, «...сьогодні внаслідок проникнення релігійних ідей та лженаук у всі сфери суспільного життя суттєво змінився світогляд людей. Ставиться під сумнів роль науки у системі культури, духовного життя суспільства. Людина почала вірити в те, що не все можна пояснити з позицій природничих наук, що єдина наукова картина світу

не є абсолютною і може бути перебудована. Набули поширення прогностичні дослідження, ідеї проектування майбутнього, але не на основі наукової методології, а з використанням антинаукових догм, які по суті проголошують ідеалістичну філософію. Все це ускладнює формування у молоді діалектико-матеріалістичного світогляду і взагалі знижує інтерес до фізики як провідної природничої науки. Цьому необхідно рішуче протидіяти. Отже, у процесі навчання фізики слід розкривати зв'язок між фізикою і розвитком суспільної свідомості, між фізикою та сприйняттям оточуючого середовища» [7].

Зрозуміло, що в одній статті неможливо навіть перерахувати невіршені методичні проблеми, що стосуються методологічної ролі законів збереження в формуванні наукового світогляду майбутнього вчителя фізики. Тому основною **метою даної статті** є висвітлення окремих, але важливих і не повністю вирішених методичних питань, пов'язаних із законом збереження енергії та його зв'язку з властивостями простору та часу і рівнянням руху.

**Виклад основного матеріалу.** Завдання фізичної науки полягає в пошуку загальних законів природи і поясненні з їх допомогою різних явищ і процесів природи. Такими законами є, наприклад, закони Ньютона, що описують рух макроскопічних тіл, які при розв'язанні конкретної задачі можна розглядати як безструктурні частинки (матеріальні точки), рівняння Максвелла, що описують електромагнітні та оптичні явища, або закони квантової механіки - це закони руху частинок мікросвіту.

Рух, як макроскопічних тел. так і частинок мікросвіту, і всі явища природи здійснюються в часі та просторі. Тому закони, що описують явища та рухи, зумовлені властивостями простору і часу, найважливішими з яких є однорідність часу, ізотропність та однорідність простору. Весь накопичений у фізиці експериментальний і теоретичний матеріал показує, що до цих пір не виявлено жодного факту, який ставив під сумнів зазначені властивості простору та часу.

Рівняння руху в будь-якому випадку - це диференціальні рівняння, інтегрування яких, як правило, пов'язане зі значними математичними труднощами. А у випадку багатьох частинок (гази і конденсовані системи), або - коли закони взаємодії тіл або частинок взагалі невідомі, підхід до опису явищ і процесів на основі законів руху стає нездійсненним в принципі. Тому в таких випадках актуальним є використання альтернативних підходів до розв'язання задач, тобто використання не законів руху, а інших загальних законів, які впливають із властивостей простору та часу, але не зводяться до диференціальних рівнянь руху. Такими альтернативними шляхами до дослідження фізичних явищ є підходи, засновані на законах збереження, які стверджують наявність деяких фізичних величин, що зберігаються в процесі руху. Пошуки величин, які залишаються постійними є надзвичайно важливим напрямком наукових досліджень.

Закони збереження, на відміну від законів руху, не дають детальних вказівок на те, як повинен протікати той чи інший процес. Вони володіють лише функцією заборони: якщо якийсь процес суперечить цим законам, то всі спроби його здійснити є безперспективними, тому що такий процес неможливий. Підтвердженням цьому є численні історичні факти про



те, як багато навіть дуже талановитих людей намагалися побудувати вічний двигун, але всі такі «винаходи» були невдалими, оскільки суперечили закону збереження енергії.

Наукове і методологічне значення законів збереження визначається їх винятковою загальністю і універсальністю. Вони діють у фізиці мікросвіту і застосовні до космічних тіл. На їх основі виконується багато найважливіших технічних розрахунків. З ними пов'язано введення в сучасну фізику цілого ряду фундаментальних ідей, що мають принципове значення. Закони збереження певною мірою служать критерієм істинності будь-якої фізичної теорії. У законах збереження відбивається найважливіший діалектико-матеріалістичний принцип незнищенності матерії та її руху, взаємозв'язок і взаємоперетворюваність відомих форм руху матерії.

Рівняння руху є рівняннями, які описують зміни фізичних величин у часі і просторі. Перед уявним поглядом дослідника проходить нескінченна послідовність фізичних ситуацій. В сутності, фізика не цікавить якась одна ситуація в конкретний момент часу, яка не містить в собі руху, а цікавить саме послідовність ситуацій, за посередництвом якої здійснюється рух. При розгляді послідовності ситуацій важливим є не лише те, чим вони відрізняються, але й те, що в них спільне і що в них зберігається. Закони збереження відповідають на питання про те, що в послідовності фізичних ситуацій, які описуються рівняннями процесу, залишається незмінним, постійним. Зрозуміло, що фізична теорія повинна сформулювати це у вигляді постійних чисельних значень відповідних фізичних величин і вказати при яких умовах дані фізичні величини зберігаються.

У механіці, наприклад, закони збереження в математичному сенсі зводяться до так званих інтегралів руху. Однак наявність величин, які зберігаються, виходить далеко за межі механіки - вони відіграють найважливішу роль у всіх розділах природознавства. Закони збереження, є фундаментальними законами природи, а не просто результатом математичних вправ з перетвореннями рівнянь руху.

Величинами, які з часом не змінюються, для замкнутих систем є імпульс, момент імпульсу, енергія, електричний заряд. Закони їх збереження дозволяють зробити деякі висновки про характер поведінки фізичної системи навіть у тих випадках, коли для цієї системи інші закони невідомі. Крім названих, існують закони збереження, справедливі лише для обмеженого класу фізичних систем і явищ. Такі численні закони збереження в теорії елементарних частинок.

Кожен закон збереження можна розглядати як конкретний прояв загального абсолютного закону збереження матерії і руху. Але не можна бути впевненим у тому, що той чи інший закон або його формулювання залишаються непорушними завжди. З розвитком науки і розширенням меж людського досвіду відбувається уточнення законів збереження. Так, у зв'язку з появою теорії відносності виявилось, що інертні властивості тіл залежать від енергії, а енергію слід визначати так, щоб вона не оберталася в нуль, коли тіло покоїться відносно обраної системи відліку. З розвитком фізики елементарних частинок виник цілий

ряд нових законів збереження (баріонів заряду, лептонного заряду, дивності, ізотопічного спіну, парності) [8].

Із законами збереження молода людина вперше стикається ще при вивченні фізики в школі. На даному етапі вивчення фізики існує дуже мало можливостей обґрунтування цих законів, тому школярі сприймають закони збереження догматично - як свого роду заклинання. Та, на жаль, ситуація змінюється мало і після вивчення класичної механіки, тобто після того, як повинен бути здійснений детальний аналіз законів збереження та застосування їх для вивчення інших питань, наприклад, задач Кеплера, Ньютона, процесів розпаду та злиття частинок тощо.

Можна впевнено стверджувати, що всі студенти після вивчення класичної механіки готові, як заклинання, формулювати: «Імпульс, момент імпульсу та механічна енергія ізольованої системи не змінюються з часом». Але з такою ж впевненістю можна стверджувати, що через семестр після вивчення класичної механіки, лише незначна частина студентів згадає і не переплутає з якою конкретно властивістю простору та часу пов'язаний той чи інший закон збереження, а обґрунтувати своє міркування зможуть лише поодинокі студенти. Можливим поясненням такого стану речей є те, що обмаль аудиторного часу не дозволяє викладачу зосередити увагу на методологічній стороні питання, а в навчальних посібниках, за якими 50% навчального часу студенти повинні самостійно опрацьовувати матеріал, методологічним питанням теж приділяється мало уваги. Це теж має пояснення: для надання посібнику грифу МОН України існує дивна норма – кількості годин за навчальним планом повинна відповідати цілком певна кількість сторінок тексту посібника, що, зрозуміло, звужує можливості та ініціативу авторів посібників у розкритті методологічних аспектів.

Закон збереження імпульсу та його релятивістське узагальнення нами детально проаналізовано в статті [9], а закон збереження моменту імпульсу в посібнику [10]. Закон збереження механічної енергії зазвичай розглядається наступним чином.

Нехай задана система із  $N$  тіл, кожне з яких можна розглядати як безструктурну частинку (матеріальну точку). На кожну частинку можуть діяти інші частинки системи (внутрішні сили), а також тіла, які не входять в систему – це зовнішні сили. Оскільки для кожної матеріальної точки можна застосувати другий закон Ньютона, то можемо записати систему диференціальних рівнянь, які описують рух кожної частинки системи:

$$m_k \frac{d\vec{V}_k}{dt} = \vec{F}_k^i + \vec{F}_k^e + \vec{F}_k^{\text{disc.}} = -\frac{\partial U^i}{\partial \vec{r}_k} - \frac{\partial U^e}{\partial \vec{r}_k} + \vec{F}_k^{\text{disc.}}, \quad k = 1, 2, 3, \dots, N, \quad (I)$$

де  $\vec{F}_k^i$  і  $\vec{F}_k^e$  - результуюча внутрішніх і відповідно зовнішніх консервативних сил, що діють на  $k$ -те тіло,  $U^i$  і  $U^e$  - потенціальна енергія внутрішніх і зовнішніх взаємодій,  $\vec{F}_k^{\text{disc.}}$  - результуюча сил тертя, опору (дисипативних) сил, що діють на  $k$ -те тіло. Кожна

частинка системи під дією потенціальних зовнішніх і внутрішніх та дисипативних сил за нескінченно малий проміжок часу  $dt$  здійснить переміщення  $\vec{V}_k dt = d\vec{r}_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, N$ . Помноживши вектор переміщення частинки на її рівняння руху (I), просумувавши потім одержані вирази за всіма частинками, після елементарних перетворень в лівій частині, одержимо:

$$dK = - \sum_{k=1}^N \frac{\partial U^i}{\partial \vec{r}_k} d\vec{r}_k - \sum_{k=1}^N \frac{\partial U^e}{\partial \vec{r}_k} d\vec{r}_k + dA^{\text{diss.}}, \quad (\text{II})$$

де  $K$  – кінетична енергія системи,  $dA^{\text{diss.}}$  – робота всіх дисипативних сил на нескінченно малому переміщенні всіх частинок системи.

Потенціальна енергія, як внутрішніх, так і зовнішніх взаємодій, залежить від розташування частинок системи, тобто є функцією  $\vec{r}_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, N$ . Тут потрібно зробити наголос на тому, що між  $U^i$  і  $U^e$  існує принципова відмінність: потенціальна енергія зовнішніх взаємодій  $U^e$  може у явному вигляді залежати від часу, а потенціальна енергія внутрішніх взаємодій  $U^i$ , в силу однорідності часу, не може у явному вигляді залежати від часу, тобто можемо записати:

$$U^e = U^e(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N, t), \quad U^i = U^i(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N) \Rightarrow$$

$$dU^e = \sum_{k=1}^N \frac{\partial U^e}{\partial \vec{r}_k} d\vec{r}_k + \frac{\partial U^e}{\partial t} dt; \quad dU^i = \sum_{k=1}^N \frac{\partial U^i}{\partial \vec{r}_k} d\vec{r}_k. \quad (\text{III})$$

Тому, з урахуванням (III), вираз (II) набуває вигляду:

$$dE = dA^{\text{diss.}} + \frac{\partial U^e}{\partial t} dt, \quad (\text{IV})$$

де  $E = K + U^e + U^i$  – повна механічна енергія системи. Вираз (IV) за змістом – є законом зміни повної механічної енергії, який показує, що повна механічна енергія системи тіл, які можна розглядати як матеріальні точки, може змінюватись лише при наявності дисипативних сил і зовнішніх нестационарних силових полів. Зрозуміло, що у випадку відсутності дисипативних сил та в стаціонарному зовнішньому силовому полі, або за його відсутності (ізолювана система) повна механічна енергія системи є константою. Тут потрібно особливо підкреслити, що якби час не володів властивістю однорідності, то у виразі (IV), навіть у ізолюваній системі, в якій не діють дисипативні сили, повна механічна енергія

не була б константою – у виразі (IV) у правій частині був би доданок  $\frac{\partial U^i}{\partial t} dt$ .

Зазначимо, що дефіцит аудиторного часу, на жаль, дуже часто спонукає викладачів в лекційній практиці закінчити розгляд закону збереження енергії висновками, які витікають з

наведених вище міркувань та математичних викладень, що є великою методичною й методологічною помилкою. Ця помилка має декілька аспектів.

По-перше, якщо обмежитись лише наведеними міркуваннями, то у студентів складеться враження, що проведені математичні викладення - це аналітичне доведення закону збереження повної механічної енергії в ізольованій системі. Насправді закон збереження енергії не потребує доведення. Дійсно, як уже зазначалось, такі властивості як однорідність та ізотропність простору та однорідність часу є загальноновизнаними і підтверджуються всім досвідом природничих наук. Тому зміна з часом повної механічної енергії ізольованої системи матеріальних точок, між якими існує лише потенціальна взаємодія, або при переносі чи повороті системи, як цілого, свідчило б про неоднорідність часу і простору та не ізотропність простору. Отже, існування законів збереження – це наслідок властивостей простору та часу.

По-друге, оскільки в проведених математичних викладеннях та наведених міркуваннях, які призвели до висновку про збереження (за відсутності дисипативних сил) повної механічної енергії ізольованої систем, використано другий закон Ньютона, то останній є більш фундаментальним, ніж закон збереження енергії. Насправді проведені викладення лише ілюструють, що і другий закон Ньютона, і закон збереження механічної енергії є фундаментальними законами природи, обумовленими властивостями простору та часу. Але за широтою своїх застосувань вони незрівнянні. Закон збереження енергії – це загальний закон природи, а другий закон Ньютона застосовний лише для тіл, які можна розглядати, як матеріальну точку. Тут доцільно показати, що другий закон Ньютона можна легко довести, якщо закон збереження енергії застосувати до матеріальної точки, яка знаходиться у стаціонарному силовому полі. Дійсно, у такому випадку її повна енергія є

константою:  $\frac{mV^2}{2} + U(x, y, z) = const$ . Виконаємо диференціювання за часом даного виразу:

$$mV \frac{dV}{dt} + \frac{\partial U}{\partial x} \dot{x} + \frac{\partial U}{\partial y} \dot{y} + \frac{\partial U}{\partial z} \dot{z} = 0.$$

Використовуючи очевидні перетворення  $\vec{V} \cdot \vec{V} = V^2 \Rightarrow VdV = \vec{V}d\vec{V}$ , останній вираз можна записати у вигляді:

$$m \frac{dV_x}{dt} \dot{x} + m \frac{dV_y}{dt} \dot{y} + m \frac{dV_z}{dt} \dot{z} = - \frac{\partial U}{\partial x} \dot{x} - \frac{\partial U}{\partial y} \dot{y} - \frac{\partial U}{\partial z} \dot{z}.$$

Звідки й випливає другий закон Ньютона, тобто при застосуванні закону збереження енергії і другого закону Ньютона до однієї матеріальної точки ці закони виступають як рівноправні закони.

По-третє, зважаючи на загальність закону збереження енергії, і пов'язану з цим методологічну значимість, до нього потрібно звертатись у всіх можливих випадках і

аналізувати його з усіх можливих точок зору. У зв'язку цим, доцільно показати зв'язок закону збереження енергії з рівняннями Лагранжа, які можна одержати, як узагальненням механіки Ньютона на зв'язані системи, так і - як наслідок принципу найменшої дії, тобто без використання другого закону Ньютона.

Із класичної механіки відомо, що функція Лагранжа  $L = L(q_s, \dot{q}_s, t)$  несе в собі всю інформацію про рух системи тіл ( $q_s$  і  $\dot{q}_s$  - узагальнені координати й швидкості відповідно, функція Лагранжа це різниця між кінетичною й потенціальною енергіями  $L = K - U$  системи). Виконаємо диференціювання функції Лагранжа за часом:

$$\frac{dL}{dt} = \sum_{s=1}^l \left( \frac{\partial L}{\partial q_s} \dot{q}_s + \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_s} \ddot{q}_s \right) + \frac{\partial L}{\partial t}. \quad \text{Використовуючи рівняння Лагранжа}$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_s} - \frac{\partial L}{\partial q_s} = 0, \quad s = 1, 2, \dots, l \quad (l - \text{кількість ступенів вільності}),$$

перепишемо останній вираз у наступному вигляді:

$$\frac{dL}{dt} = \sum_{s=1}^l \left( \dot{q}_s \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial q_s} + \ddot{q}_s \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_s} \right) + \frac{\partial L}{\partial t} = \sum_{s=1}^l \frac{d}{dt} \dot{q}_s \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_s} + \frac{\partial L}{\partial t},$$

$$\text{або} \quad \frac{d}{dt} \left( \sum_{s=1}^l \dot{q}_s \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_s} - L \right) = - \frac{\partial L}{\partial t}.$$

Якщо зовнішні силові поля і в'язі стаціонарні (або відсутні), то функція Лагранжа у явному вигляді не може залежати від часу. Тому величина

$$H = \sum_{s=1}^l \dot{q}_s \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_s} - L = \text{const}$$

є інтегралом руху. Її називають функцією Гамільтона (гамільтоніан). Легко впевнитись, що для механічної системи, яка складається із матеріальних точок, гамільтоніан дорівнює сумі їх кінетичної й потенціальної енергій  $H = K + U$ , а для термодинамічної системи - це внутрішня енергія. Для того щоб впевнитись, що функція Гамільтона дійсно збігається з повною механічною енергією достатньо розглянути систему, яка містить лише

$$\text{одну частинку з повною механічною енергією} \quad E = \frac{m}{2} (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + U_{(x,y,z)}.$$

Елементарний розрахунок функції Гамільтона дає такий самий результат.

Наступними кроками у розгляді закону збереження механічної енергії при підготовці майбутнього вчителя фізики є узагальнення методики подання цього закону на випадок релятивістських швидкостей, на термодинамічну систему, що нами частково зроблено в окремих дослідженнях [10,11], та аналіз методичних і методологічних питань застосувань законів збереження при вивченні квантової фізики, нанотехнологій, при вивченні вдосконалення методів перетворення і передавання енергії, збільшенні масштабів використання відновлюваних джерел енергії, при проведенні наукових робіт в космосі тощо. І тут методичну науку, очевидно, очікують дуже цікаві не лише методичні, але й

методологічні результати, які, в силу швидкого розвитку фізики цих нових напрямів, навіть важко передбачити.

На закінчення, у **якості висновків**, зазначимо, що основним завданням сьогоденних студентів у своїй майбутній діяльності у якості вчителя фізики є позитивний вплив на формування світогляду учнів, їх ставлення до освітньої та трудової діяльності, на формування і розвиток принципово нових комфортних та адекватних способів взаємодії між людьми та способів діяльності в особистому і суспільному житті, на правильне самовизначення учня, формування в нього наукових, соціальних та психологічних передумов майбутнього професійного розвитку. Це означає, що сучасна фізична освіта в педагогічних університетах вимагає оновлення й фундаменталізації, розробки таких підходів до її організації й змісту, за яких буде відбуватись формування сучасного наукового світогляду та належних професійних орієнтацій випускників, які відповідають потребам суспільства та перспективам його розвитку.

### *Список використаної літератури*

1. Шарко В.Д. Методологічні знання як важливий компонент методичної підготовки вчителя фізики. /В.Д. Шарко. // Збірник наукових праць: Спеціальний випуск. – К. : Наук. світ, 2003. – С. 312-319.
2. Кух А.М. Методологічні та теоретичні засади формування інноваційних навчальних систем фахової підготовки вчителя фізики. /Кух А.М. // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – Чернігів, 2006. – Вип. 36(2). – С.3-9.
3. Сергієнко В.П. Теоретичні і методичні засади навчання загальної фізики в системі фахової підготовки вчителя: дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Сергієнко Володимир Петрович; Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 2004. – 516 с.
4. Жирнов Н.И. Классическая механика. /Н.И. Жирнов. – М.: Просвещение, 1980. – 302с.
5. Айзерман М.А. Классическая механика. / М.А. Айзерман. – М.: Наука, 1980. – 368с.
6. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Т.1. Класична механіка і електродинаміка, навчальний посібник. / А.М. Федорченко. – Київ: «Вища школа», 1992. – 525 с.
7. Благодаренко Л. Ю. Перспективи оновлення фізичної освіти в основній школі / Л. Ю. Благодаренко, М. І. Шут // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. – Кам'янець-Подільський, К-ПНУ, 2008. – Вип. 14. – С.14.
8. Гельфер Я.М. Законы сохранения. / Я.М. Гельфер. – М.: Издательство НАУКА, 1967. – 264с.
9. Мороз І.О. Особливості розгляду закону збереження імпульсу в курсі фізики педагогічних університетів / І.О. Мороз, В.С. Іваній, Р.І. Холодов // Вісник

Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – Чернігів, 2011. – Випуск 89. – С. 338 – 347.

10. Мороз І.О. Спеціальна теорія відносності: навчальний посібник (гриф МОН України лист №1/11-3525 від 11.05.11) / І.О. Мороз, В.С. Іваній, Р.І. Холодов. – Суми: Видавництво «МакДен», 2011. – 336 с.
11. Мороз І.О. Теоретико-методичні засади вивчення термодинаміки і статистичної фізики в педагогічних університетах: монографія / І.О. Мороз; Міністерство освіти і науки України; Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. – Суми: ТОВ «Друкарський дім «Папірус», 2013. – 380 с.

***Мороз И.А. Законы сохранения в системе формирования научного мировоззрения будущего учителя физики.***

*Рассматривается роль законов сохранения в формировании научного мировоззрения будущих учителей физики. Анализируются возможные методические подходы рассмотрения закона сохранения энергии.*

***Ключевые слова:*** законы сохранения импульса, момента импульса, энергии, уравнение Лагранжа.

***Moroz I.A. Maintenance laws in the system of scientific outlook of future physics teacher.***

*We consider the role of laws of maintenance is examined in forming of scientific view of future teachers of physics. Possible methodical approaches of consideration of conservation of energy are analysed.*

***Keywords:*** laws of maintenance of impulse, moment of impulse, energy, equation of Lagrange.

## **КУРСИ ЗА ВИБОРОМ ЯК ФОРМА РЕАЛІЗАЦІЇ ДОПРОФІЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ З ФІЗИКИ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ**

*У статті визначено форми реалізації допрофільної підготовки з фізики в основній школі. Висвітлено роль курсів за вибором (елективних курсів) у допрофільній фізичній освіті, проаналізовано їх функції.*

**Ключові слова:** *профільне навчання, допрофільна підготовка з фізики, курси за вибором.*

Важливою передумовою ефективності запровадження профільного навчання є вибір учнями профілю навчання. Що стосується профілю навчання, у якому фізика є базовим предметом, то сьогодні з його вибором є певні ускладнення, оскільки фізичні спеціальності не користуються попитом у молоді. Учням гостро бракує знань про фізичні професії, про потреби країни у фахівцях такого профілю. Тому на етапі допрофільної підготовки важливо створити умови для випробування учнів у таких видах навчальної діяльності, які дозволять виявити їх схильності у галузі фізичної освіти.

**Метою статті** є визначення змісту та особливостей курсів за вибором у допрофільній підготовці учнів з фізики.

Фізика як шкільний навчальний предмет займає одне з важливих місць у формуванні в учнів наукового світогляду та наукової картини світу, вона є базовим компонентом у змісті природничої освіти, її вивчення є важливим засобом пізнання та всебічного розвитку учнів, вона формує творчі здібності учнів, їх переконання. Фізика тісно пов'язана з усіма науками про природу, з філософією, з мовою та літературою, вона служить теоретичною основою сучасної техніки. Так, Мостепаненко М.В. зазначає: «Що стосується технічних наук, то в тій мірі, в якій їхні теоретичні розділи мають відношення до фізики, вони пов'язані з фізичною картиною світу. Отже, фізична картина світу може слугувати передумовою для розвитку не тільки фізики, але й ряду технічних наук» [1, 166].

Протягом навчання в основній школі учні здобувають базову загальну середню освіту, що разом із початковою є основою загальноосвітньої підготовки, яка формує в них готовність до вибору профілю навчання у старшій школі та подальшому професійному вибору.

Допрофільна підготовка здійснюється у 8-9 класах для професійної орієнтації учнів, сприяння їм у свідомому виборі напряму профільного навчання в старшій школі. Формами реалізації допрофільної підготовки є поглиблене вивчення окремих предметів на диференційованій основі, введення курсів за вибором, інформаційна робота, профільна орієнтація.

Особлива роль у допрофільній підготовці (8-9 класи) належить курсам за вибором (спецкурси, елективні курси), які повинні допомогти учням реально оцінити свої можливості й зорієнтувати їх на подальший вибір профільного навчання. Для формування інтересу й



позитивної мотивації до обрання того чи іншого профілю навчання через опанування нових аспектів змісту і складніших способів діяльності, зміст курсів за вибором допрофільної підготовки має містити цікавий пізнавальний і розвивальний матеріал та матеріал, що виходить за рамки навчальної програми [2]. У допрофільній підготовці курси за вибором повинні створити умови для того, щоб учень ствердився у виборі напряму профільного навчання чи відмовився від нього. Особливістю цих курсів є те, що вони є обов'язковими для відвідування після вибору самим учнем. Курси за вибором реалізуються за рахунок шкільного компоненту і можуть виконувати декілька функцій:

- доповнювати зміст профільного курсу;
- розвивати зміст одного з базових курсів;
- задовольняти різнобічні пізнавальні інтереси школярів, які виходять за рамки обраного ними профілю.

Курси за вибором інтегровані в загальний розклад шкільних занять в другій половині дня і доповнюють зміст учбових програм базисного навчального плану. Організація курсів у другій половині дня дозволяє змінити той або інший курс допрофільної підготовки протягом навчального року. Курси за вибором є обов'язковою частиною змісту профільної освіти. Вони можуть бути лекційними, лекційно-практичними, тільки практичними, однак, вони завжди відрізняються інтегрованістю та продуктивним способом їх засвоєння учнями. Іншими словами, ці курси є засобом створення простору індивідуальної пізнавальної діяльності, а не предметом викладання.

Елективні курси доповнюють зміст профільного курсу; розвивають зміст одного з базових курсів; задовольняють різноманітні пізнавальні інтереси школярів, які виходять за рамки вибраного ними профілю навчання. До елективних курсів висуваються особливі вимоги, направлені на активізацію самостійної діяльності учнів [3].

Елективні курси з фізики можна розділити на декілька груп:

- елективні спецкурси, в яких поглиблено вивчаються окремі розділи профільного курсу фізики. Наприклад, «Механіка», «Термодинаміка», «Оптика», «Фізика атома та атомного ядра»;

- елективні спецкурси, в яких поглиблено вивчаються окремі розділи основного курсу, які не входять в обов'язкову програму курсу фізики. Наприклад, «Рівняння Максвелла», «Фізика плазми», «Елементи квантової механіки»;

- елективні курси з вивчення фізичних методів пізнання природи. Наприклад, «Фізичні величини. Одиниці вимірювання та методи вимірювання фізичних величин», «Шкільний фізичний практикум: спостереження, експеримент, моделювання», «Фізико-технічне моделювання»;

- елективні курси з історії фізики;

- елективні курси з розв'язування задач, в тому числі складання та розв'язування задач на основі експерименту.

Так, Шевлякова С.Є. при розробці елективного спецкурсу, присвяченому обговоренню фізичних основ обладнання автомобіля, зазначає: «Мета курсу – формування сучасних уявлень учнів про будову автомобіля, вивчення принципів роботи деяких його агрегатів. Задачі курсу – формування пізнавального інтересу до фізики і техніки; орієнтація

учнів на вибір профілю, який передбачає поглиблене вивчення фізики; розширення знань учнів з предмету; забезпечення поглибленого вивчення принципу роботи та будови автомобіля; розвиток вміння працювати з додатковою літературою. Тривалість кожного заняття – 45 хв., з яких 35 хв. відводиться поясненню матеріалу (лекція), а 10 хв. – бесіді з учнями, в якій з'ясовується, що з вивченого матеріалу вони використали в своїх роботах, які питання виникли і про що вони хотіли б дізнатися більш детально» [4, 39-40].

У допрофільному курсі «Фізика і людина» Дерезова Л.Н. пише: «Організм людини – це частина природи, тому все, що в ньому відбувається, підпорядковується законам природи, вивченням яких займається і фізика. Дійсно, фізика допомагає нам глибше зрозуміти процеси, які відбуваються в нашому організмі, та пояснити їх. Мета курсу – розширити та поглибити знання учнів з фізики та біології, дати їм уявлення про застосування сучасних досягнень фізики в обстеженні людини, поставленні діагнозу та лікуванні деяких захворювань. Дослідницька діяльність учнів складається з спостереження, вимірювання, висунування гіпотез, проведення експериментів, а також співробітництва при роботі в групі» [5, 49-50].

Уміння учнів проводити дослідницьку діяльність є важливим моментом, особливо в тих випадках, коли учні планують подальше навчання в вищих навчальних закладах технічного профілю. Вміння ставити мету, проводити дослідження, отримувати результати, оцінювати їх вірогідність, робити висновки є загально-навчальними вміннями і, як наслідок, сприяють вивченню навчальних програм не тільки з фізики, але і з інших дисциплін.

З усієї різноманітності позакласної роботи з фізики, можна виділити роботу фізико-технічних гуртків, які відіграють значну роль в процесі розвитку, навчання та виховання школярів. Навчання у такому гуртку дає учням можливість займатися підготовкою доповідей, проведенням експериментальних досліджень, конструюванням фізичних приладів, навчатися користуватися довідковою літературою, а також набути навиків роботи ручним інструментом, що відкриває великі можливості для спільної творчості як учня, так і вчителя [6].

Розв'язування задач з фізики відіграє значну роль у формуванні мотивації учнів основної школи до вивчення фізики у профільних класах. Задачі вважаються однією з найефективніших форм навчальної діяльності учнів. Це положення обґрунтовується тим, що часте оперування дитиною певним фізичним поняттям приводить до глибшого його усвідомлення. Під час розв'язування задач на конкретних прикладах у різних варіантах поняття стає відчутнішим і краще засвоюється. У процесі роботи над задачею розвиваються здібності, формуються наполегливість, самостійність у роботі, розширюються знання про досягнення науки і техніки [7].

Отже, основні функції курсів за вибором полягають у поглибленні і розширенні змісту профільних предметів, забезпеченні профільної спеціалізації навчання. У системі допрофільної підготовки з фізики курси за вибором мають велике значення, оскільки допомагають учням основної школи правильно оцінювати свої можливості щодо профільного навчання в старшій школі і спрямовують їх на вибір профілю навчання, у якому фізика є базовим предметом.

### **Список використаної літератури**

1. Мостепаненко М.В. Философия и методы научного познания. Лениздат.- 1972.- 263с.
2. Полонська Т., Кизенко В., Лашевська Г. Упровадження допрофільної підготовки учнів загальноосвітніх навчальних закладів // «Директор школи, ліцею, гімназії». – 2008. - № 5.
3. Румбешта Е.А. Система предпрофильной подготовки учащихся в процессе обучения физике в основной школе. // «Вестник Томского государственного педагогического университета». – 2004.- № 6
4. Шевлякова С.Е. Автомобиль (предпрофильный элективный курс) // «Физика в школе».- 2010. - № 5.- С.39-40.
5. Дерезова Л.Н. Физика и человек (предпрофильный элективный курс) // «Физика в школе». – 2010.- № 5.- С.49-50.
6. Чупашев В.Г. Организация конструкторской деятельности учащихся на занятиях физико-технического кружка в условиях перехода на профильное обучение. // Автореф. ...канд. дис. 13.00.02. – Томск, 2006. –24 с.
7. Горобець О.А., Савченко В.Ф. Роль фізичних задач у формуванні мотивації учнів основної школи до вивчення фізики у профільних класах / О.А.Горобець, В.Ф.Савченко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Вип. 5 (23). Серія: Педагогічні науки. – Чернігів, 2012. – С.26-28.

***Новикова С.А. Курсы по выбору как форма реализации предпрофильной подготовки по физике в основной школе.***

*В статье определены формы реализации допрофильной подготовки по физике в основной школе. Освещена роль курсов по выбору (элективных курсов) в допрофильном физическом образовании, проанализированы их функции.*

***Ключевые слова:*** профильное обучение, допрофильная подготовка по физике, курсы по выбору.

***Novikov S.A. Elective courses as a form of implementation of pre-profile training in physics in basic school.***

*The article defines the forms of realization pre-profile training in physics in basic school. We highlight the role of elective courses pre-profile physical education and analyze their functions.*

***Keywords:*** specialized education, pre-profile training in physics, elective courses.

## **ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАДАЧ З МЕХАНІКИ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ**

*У статті проаналізовано структуру першого етапу розв'язування фізичної задачі - аналіз, розуміння та мислене моделювання ситуації задачі. З'ясовано, що утворенню у свідомості учня образу ситуації, що пред'являється у задачі сприяє використання мультимедійних засобів навчання. Запропоновано способи пред'явлення умов задач з механіки засобами мультимедіа.*

**Ключові слова:** мультимедія, шкільний курс фізики, задачі.

Навчальна діяльність учнів під час вивчення фізики пов'язана з послідовним розв'язуванням систем задач, які мають різні дидактичні завдання.

Задачі у навчальному процесі з фізики використовуються для:

- мотивації навчальної діяльності учнів перед вивченням одиниці змісту шкільного курсу фізики, зокрема для створення проблемних ситуацій (навчальні задачі);
- як підґрунтя для введення істотних ознак того, що вивчається (пізнавальні задачі);
- для закріплення вивченого матеріалу, включення його в загальну систему знань, формування вмінь застосовувати теоретичний матеріал до практичних ситуацій (практичні задачі).

Спільним для перших двох видів задач є їх використання для виявлення нового для учнів змісту фізичних об'єктів, який належить до навчального матеріалу зі шкільного курсу фізики та формування у школярів відповідних способів навчальної діяльності.

Назва «практична задача» підкреслює, що її розв'язування спрямоване на застосування учнями теоретичного матеріалу до конкретної ситуації.

Загальноновизнана значущість розв'язування практичних (фізичних) задач під час вивчення фізики у загальноосвітніх навчальних закладах. Методика розв'язування цього виду задач достатньо повно відображена у працях вітчизняних методистів-фізиків, зокрема О.І. Бугайова, С.У. Гончаренка, Є.В. Коршака, А.І. Павленка.

Як показує аналіз актуальних досліджень, питання, які пов'язані з використанням комп'ютера під час розв'язування учнями задач з фізики, поступово розробляються, про що свідчать відповідні науково-методичні праці. До таких розв'язань проблеми можна віднести: вибір комп'ютером задач різного рівня складності (А.А. Давиденко [1]); розв'язування експериментальних і графічних задач (К. Пахотін [2], Т.М. Попова [3]); перевірка розв'язку задач за умов диференційованого навчання (А. Примаков [4]); створення електронного посібника з

розв'язування задач різних типів (М.В. Каленик [5]). Використання ЕОМ під час розв'язування фізичних задач як калькулятор чи довідник (описане у деяких публікаціях), на нашу думку, просто не доцільно.

Важливим етапом розв'язування фізичної задачі є саме аналіз, розуміння та мислене моделювання ситуації задачі – саме він створює передумови для усвідомленого використання на практиці теоретичних знань. З цією метою традиційно викреслюють рисунок до задачі.

Разом з тим, у посібниках з методики навчання фізики та науково-методичних роботах, виданих останнім часом, теоретичні основи використання графічного матеріалу під час формулювання умов фізичних задач майже не розглядаються. Вважається, що ці питання всебічно досліджені раніше.

Однак результати нашого дослідження показують, що часто учням, враховуючи психофізіологічні особливості їх розумового розвитку, складно уявити ситуацію, про яку йдеться в задачі. У такому випадку школяр, починаючи розв'язувати задачу, намагається підібрати формулу, у яку входила б шукана величина та якомога більше відомих величин. Розв'язування задачі за такого підходу зводиться здебільшого до механічного «перетасовування» підхожих формул без розуміння ситуації, яка у ній розглядається. Як наслідок – процес розв'язування задачі не реалізує у повній мірі свої дидактичні функції.

Традиційні рисунки й схеми мають обмежені можливості щодо відображення динаміки процесу, у той час, як задачі з механіки мають на меті опис руху тіла.

Тому в даній статті пропонується до розгляду один з можливих варіантів вирішення цієї проблеми шляхом застосування у процесі навчання фізики мультимедійних засобів.

Використання можливостей засобів мультимедіа надає можливість відобразити у динаміці ситуацію, що розглядається у задачі, сприяючи усвідомленню її фізичного змісту – визначенню фізичних об'єктів, їх станів та процесів, що відбуваються, мети її розв'язування. Але «передбачається не комп'ютерне забезпечення розв'язування задачі в цілому, а застосування комп'ютера на окремому етапі розв'язування задачі» [2].

Найдоцільнішим, на нашу думку, є використання засобів мультимедіа для моделювання ситуації, яку учням складно уявити та змоделювати у реальності.

За допомогою засобів комп'ютерного моделювання можна створювати візуальні образи досліджуваних об'єктів, задавати фізичні характеристики цих об'єктів та стежити за їх змінами із плином часу. Повне бачення фізичної картини, про яку йдеться у задачі сприяє розумінню її фізичного смислу та спрощує розв'язування.

### ***Мультимедійне зображення ситуації задачі.***

Система дій вчителя та учнів під час мультимедійної постановки задачі може бути такою:

1. На поверхні мультимедійної дошки учням демонструється фрагмент, який відображає певну ситуацію. З а необхідності використовуються інструменти мультимедійних засобів щодо коментування екранних зображень.

2. Зі змісту демонстрації виокремлюється проблемна ситуація.

3. Формулюється умова й вимога задачі.

4. Реалізується розв'язування задачі, аналізується відповідь.

При цьому аналіз динамічних зображень замість статичних текстів якісно змінює сприйняття змісту проблеми у бік більшої інформаційної насиченості.

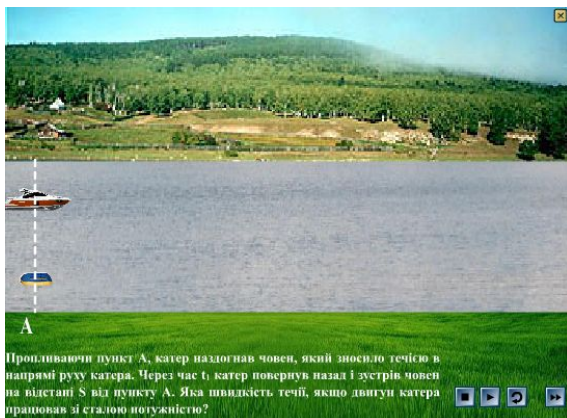
Наприклад, одним із проблемних питань методики навчання фізики є розв'язування задач на відносність руху. На цю проблему вказувала й Е.Є. Євенчик [6]. Вона розглядала задачу на знаходження кута між падаючими дощовими краплями та склом рухомого вагону. Школярі, розв'язуючи цю задачу, внаслідок причин психологічного характеру у більшості випадків пов'язують нерухому систему відліку із Землею. Таким чином, розв'язування ускладнюється через нераціональний вибір нерухомої системи відліку. Аналіз спеціальної літератури, практичний досвід викладання та дані педагогічного експерименту засвідчують, що під час розв'язування фізичних задач в учнів виникають труднощі з розумінням та описом руху тіла, яке перебуває в рухомій системі відліку відносно нерухомої. Пов'язано це з багатьма причинами, серед них недостатня розвиненість у школярів просторового мислення та абстрактної уяви.

У такому випадку ситуацію задачі доцільно відобразити в інтерактивній моделі.

*Вчитель читає умову задачі.* Пропливаючи пункт А, катер наздогнав човен, який зносило течією у напрямі руху катера. Через час  $t_1$  катер повернув назад і зустрів човен на відстані  $s$  від пункту А. Яка швидкість течії, якщо двигун катера працював зі сталою потужністю?

Розглядаємо рухи тіл, відтворені у комп'ютерній інтерактивній моделі.

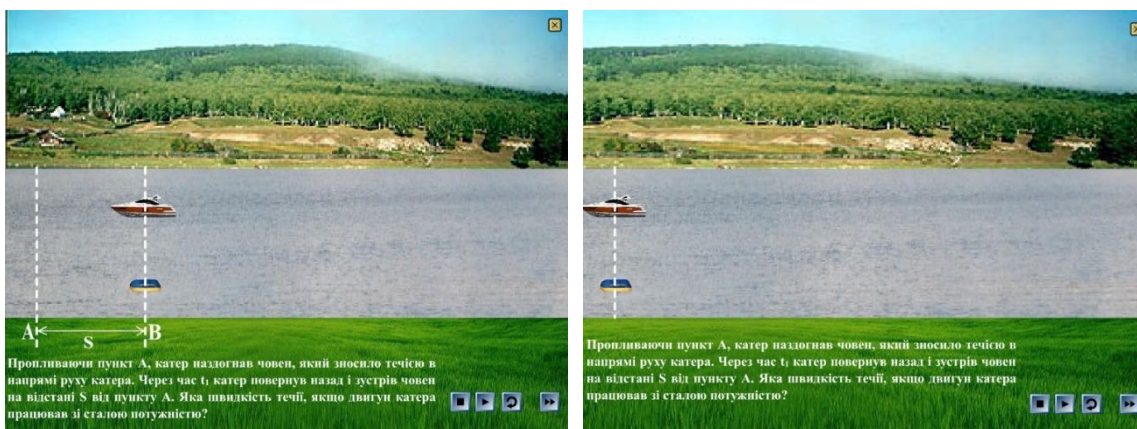
1. *Спочатку нерухому систему відліку пов'язуємо з берегом.* Демонструємо перший фрагмент (рис. 1 а, б, в). Робимо висновок: за інтервал часу між двома зустрічами човна і катера, човен змістився на відстань  $S$ .



а



б



б

г

Рис. 1. Кадри інтерактивної моделі до задачі

2. *Тепер нерухому систему відліку пов'яжемо з човном.* Демонструємо другий фрагмент (рис. 1 г). Міркуємо наступним чином: значення швидкості катера відносно води, отже і човна стали, адже потужність двигунів катера не змінюється. Катер проходить від човна до розвороту і у протилежному напрямі однакові відстані. Отже, час руху катера відносно човна дорівнює  $2t$ . Такий самий час човен зміщувався відносно Землі. Приходимо

до висновку, що швидкість човна, отже і швидкість течії, дорівнює  $v = \frac{S}{2t}$ . Розв'язуємо задачу.

### ***Мультимедійне формулювання умови задачі.***

Ознайомлення учня з умовою фізичної задачі передбачає утворення у його свідомості образу ситуації, що пред'являється. Ілюстрації до текстової або графічної задач сприяють створенню таких образів та можна за допомогою зрозуміти фізичну сутність задачі: що відомо, що треба з'ясувати, визначити напрям пошуку невідомого. Навіть у тих випадках, в яких назва процесу і певних числових значень величин безпосередньо визначає яку формулу треба використати для пошуку невідомого, усвідомлення розв'язування фізичної задачі супроводжується опорою на образ цього процесу.

Таким чином, шлях створення у свідомості учнів образу ситуації, що розглядається у задачі, а, отже і зміст їх розумової діяльності, залежить від форми пред'явлення умови цієї задачі.

Можлива така *форма пред'явлення умови задачі*:

1. На поверхні мультимедійної дошки демонструється комп'ютерна модель, що відображає фізичний процес.
2. Проводяться певні маніпуляції із зображеннями фізичних об'єктів
3. Формулюється вимога.
4. За даними віртуальної демонстрації (показами віртуальних вимірювальних приладів, значеннями величин в інформаційних вікнах комп'ютерної моделі тощо) визначають відомі величини.
5. Розв'язується задача.



Послідовність деяких етапів у залежності від дидактичних цілей та інформаційних об'єктів, що використовуються, може змінюватися.

Наприклад. На інтерактивній дошці демонструємо модель дослідної установки. Набірний циліндр із чотирьох фрагментів з'єднаний з динамометром. Шкала динамометра проградуєвана у Ньютонах. Зміщуючи динамометр разом із тягарцями вертикально, можна регулювати глибину його занурення у посудину з водою (рис. 2).

У початковий момент вимірювання стрілка приладу знаходиться на нульовій позначці. Демонструється поступове відхилення стрілки динамометра на певний кут, вказуючи на дію на тягарець виштовхувальної сили.

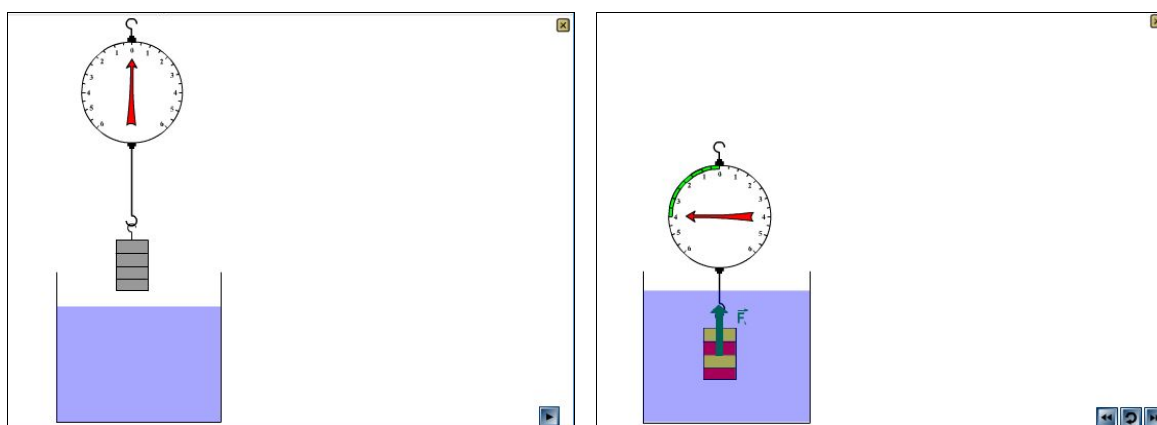


Рис. 2.

Враховуючи пізнавальні можливості учнів конкретного класу, з метою допомоги їм в аналізі ситуацій, що спостерігаються на екрані (дошці), демонстрації можуть супроводжуватися заповненням такої таблиці:

Глибина занурення	1/4	1/2	3/4	1
Значення виштовхувальної сили	1	2	3	4

У результаті аналізу фактично приходять до одного із формулювань умови задачі – у вигляді тексту або графіка. Цей результат може бути отриманий у процесі колективної, групової чи індивідуальної роботи.

Вибір одного із варіантів формулювання умови задачі на основі аналізу демонстрацій залежить від цілей організації навчальної діяльності учнів у загальному плані вивчення одиниці навчального змісту шкільного курсу фізики.

Таким чином, аналіз ситуації, що демонструється, спрямований на формування в учнів здатності якомога повнішого виявлення суттєвих ознак об'єкта, що розглядається, під час переходу від спостережуваного образу до його вербального або графічного опису.



### **Список використаної літератури**

1. Давиденко А.А. Можливості ЕОМ щодо творчості / А.А Давиденко [Текст] // Наукові записки. Випуск 51. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2003. – Частина 1. – 219 с. – С. 20-24.
2. Пахотін К. Комп'ютер при розв'язуванні задач з фізики у вищій та загальноосвітній школі. / К Пахотін // Зб. наук. праць: Спец. випуск. – К. – Науковий світ, 2001. – С. 105-107.
3. Попова Т. Застосування комп'ютера при розв'язанні графічних задач про вільний рух у фізико-математичних класах. [Текст] / Попова Т. // Наукові записки. – Випуск 46. – Серія: педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2002. – С. 96-99.
4. Примаков А. Використання комп'ютерної техніки для навчання учнів розв'язувати фізичні задачі // Збірник наукових праць : Спец випуск. – К.: Науковий світ, 2001. – С. 107-111.
5. Каленик М. Мультимедійні задачі з фізики / М. Каленик // Фізика та астрономія в школі : Науково-методичний журнал. - 2008. - № 3. - С. 31-34.
6. Эвенчик Э. Е. Методика преподавания физики в средней школе [Текст] : пособие для учителя. Механика / Э. Е. Эвенчик. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Просвещение, 1986. - 240 с.

#### ***Пасько О.А. Использование мультимедийных средств при решении практических задач по механике в общеобразовательной школе.***

*В статтє проаналізована структура першого етапу рішення фізическої задачі - аналіз, понимание и мысленное моделирование ситуации задачи. Выяснено, что образованию в сознании ученика образа ситуации, предъявляемой в задачи способствует использование мультимедийных средств обучения. Предложены способы предъявления условий задач по механике средствами мультимедиа.*

***Ключевые слова:*** мультимедиа, школьный курс физики, задачи.

#### ***Pasko O.A. Using of multimedia during solving of practical problems in field of mechanics in secondary school.***

*In this article the structure of the first stage of the decision of a physical problem - the analysis, understanding and mental modelling of a situation of a problem is analysed. It is found out that formation in consciousness of the pupil of an image of the situation shown in problems is promoted by use of multimedia tutorials. Ways of a presentation of conditions of problems on the mechanic are offered by means of multimedia.*

***Keywords:*** multimedia, physics in secondary school, problems.

## **РОЗВИТОК МЕТОДІВ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСВОЄННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ НА ЗАНЯТТЯХ З ФІЗИКИ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

*У статті розглядаються пошуки ефективних методів засвоєння навчального матеріалу та оцінювання знань з фізики у вищих навчальних закладах.*

**Ключові слова:** *матеріал, знання, заняття, фізика, самостійна робота, компетентнісний підхід, міжпредметні зв'язки, технології навчання.*

**Постановка проблеми.** Сучасні зміни в житті нашого суспільства, безумовно, стосуються і системи освіти у вищих навчальних закладах України. Система освіти на всіх її етапах, починаючи з шкільної, в своєму змісті повинні бути орієнтовані на формування і розвиток навиків та здібностей, необхідних для інноваційної діяльності.

Для досягнення даної мети вимагається розвиток нових способів освіти, педагогічних технологій, що мають справу з індивідуальним розвитком особистості, з формуванням у студентів здатності самостійно міркувати, здобувати і застосовувати знання, ретельно обмірковувати прийняті рішення і чітко планувати дії, ефективно співпрацювати в різноманітних за складом і профілем групах, бути відкритим для нових контактів і культурних зв'язків. Тобто модернізація системи освіти зорієнтована на перебудову змісту, впровадження нових форм навчання, спрямована на активне використання технологій, які навчають самостійності і самоорганізації.

**Аналіз останніх досліджень.** З аналізу літературних джерел бачимо, що останніми роками висвітлюється принципово новий стан вищої школи в Україні. Питання нормативних, правових, методологічних аспектів та шляхи їх реалізації розглядаються у працях Ю. Алексеєва, В. Журавського, М. Згуровського, В. Кременя, С. Ніколаєнка, В. Яблонського та ін.

Психолого-педагогічні принципи побудови навчання у вищих навчальних закладах були розроблені та розглянуті в працях педагогів і психологів С.І. Архангельського, С.І. Зінов'єва, Н.В. Кузьміної, П.І. Підкасистого, В.А. Сластеніна, А.І. Щербакової та ін.

Теоретичні та методичні проблеми вивчення фізики у вищих навчальних закладах знайшли своє відображення у працях І.Т. Богданова, Г.Ф. Бушка, Л.І. Вовк, Ю.І. Діка, В.Ф. Заболотного, О.І. Іваницького, О.М. Малініна, Л.В. Медведєвої, І.О. Мороза, В.В. Сагарди, О.В. Сергєєва, В.П. Сергієнка, Б.А. Суся, Т.М. Точиліної, М.І. Шута та інших.

Аналіз наукової, психолого-педагогічної та методичної літератури переконує в тому, що проблема засвоєння нового матеріалу та оцінювання знань на заняттях з фізики у вищих навчальних закладах поки що не вивчена в багатьох аспектах і потребує значної уваги.

**Мета статті:** теоретично обґрунтувати розвиток методів ефективного засвоєння нового матеріалу та на прикладах розв'язання задач показати оцінювання знань на заняттях з фізики у вищих навчальних закладах із застосуванням математичних редакторів Mathcad.

**Виклад основного матеріалу.** В зв'язку з цим актуальною проблемою на сьогоднішній день для вищих навчальних закладів є навчання студентів методам здобування і переробки навчальної та наукової інформації шляхом самостійної дослідницької діяльності в рамках компетентного підходу. Така задача вимагає цілеспрямованого підходу для формування дослідницької компетенції студентів вищих навчальних закладів, зокрема при вивченні такої важливої фундаментальної дисципліни як – фізика. Дослідницька компетенція з даної дисципліни разом із самостійною роботою студентів є основою для розвитку інших більш конкретних міжпредметних зв'язків з різних дисциплін. Такий підхід допомагає студентам більш якісно навчатися, дозволяє їм стати більш гнучкими, робить їх більш успішними в своїй подальшій життєвій діяльності.

Разом з тим вивчення готовності першокурсників до навчання у вищому навчальному закладі свідчить, що більшість із студентів перших курсів недостатньо володіє методами і прийомами і далеко не завжди знає можливі засоби самостійної пізнавальної діяльності. Тому важливо уже з перших занять навчати студента виділяти пізнавальне завдання, добирати можливі способи їх розв'язання, здійснювати операції самоконтролю за виконанням стандартних завдань, удосконалювати методи реалізації творчої діяльності у процесі вирішення нестандартних завдань.

Відомо, що процес оновлення знань диктує необхідність перебудови процесу навчання на основі активізації самостійної навчальної діяльності студентів. Важливо навчити студентську молодь самостійно орієнтуватися в потоці інформації і використовувати її в практичних цілях. Формування в студентів уміння вчитися, самостійно поповнювати знання є одним з актуальних завдань викладацької діяльності. Проте тільки той викладач може навчити студента самостійно здобувати знання, який сам уміє це робити. Тому одним з важливіших завдань вищих навчальних закладів є формування у майбутніх фахівців потреби умінь і навичок самостійної навчальної роботи. Формувати ці якості у студента можна лише тоді, коли у вузі створена чітка, науково обґрунтована система організації самостійної роботи студента, яка виступає як органічна частина вузівського навчального процесу [7].

Автори [7] зазначають, що за час навчання у вузі студент повинен оволодіти різними за рівнем складності і способом застосування, але однаково важливими навичками і уміннями – від запису лекції до наукових досліджень. Отже, студента необхідно навчити не тільки аналізувати, класифікувати, робити висновки, але і таким, на перший погляд, простим речам, як конспектування, швидке читання, робота з книгою, тобто «азбуці» самостійної роботи, яка є обов'язковою умовою будь-якого виду інтелектуальної праці.

Нажаль, значна частина студентів молодших курсів вважає, що професійні знання і вміння вони почнуть набувати тільки при вивченні спеціальних дисциплін. Однак так думати непотрібно.

Як наголошують автори [8], що шлях до отримання професії починається з розуміння ряду проблем своєї науки (області техніки), оволодіння навичками і секретами ремесла. Оволодіти навичками і секретами ремесла можна і потрібно з самого початку

навчання у вузі при вивченні загальнонаукових і загальноінженерних дисциплін, втому числі, курсу фізики. Без перебільшення можна сказати, що основи більшості цих знань і вмінь закладаються при вивченні фізики. Інакше кажучи, фізика є наукою, що відіграє визначальну роль у формуванні загального світогляду сучасної освіченої людини та привчає до самостійної діяльності.

На сьогодні підготовка висококваліфікованих спеціалістів неможлива без самостійної навчальної праці студентів, яка здійснюється як у процесі аудиторних занять так і поза ними. Як вважає ряд дослідників, які займаються питаннями самостійної роботи студентів, що самостійна праця – основа успішного навчання, джерело найцінніших знань. Тому процес навчання у вищій школі значною мірою спирається на самостійну діяльність студента, яка часто за своїм характером наближається до дослідницької.

Дослідницька діяльність студентів, яка має потужний особистісний і загальнокультурний потенціал, набуває особливого значення в контексті гуманізації освіти. Автор [4] вважає, що навчально-дослідницька діяльність забезпечує свободу творчості студентів у відкритті та осягненні істини, а також умови для повноцінного продуктивного розвитку особистісного, інтелектуального і творчого потенціалу. Навчальні дослідницькі вміння студентів, під якими розуміє [1] вміння застосовувати певні прийоми наукового методу пізнання в умовах розв'язування навчальної проблеми, у процесі виконання навчально-дослідницького завдання.

Звідси випливає, що саме при розв'язуванні задач на практичних заняттях та виконанні дослідів на лабораторних заняттях з фізики у студентів формуються дослідницькі уміння, бо при цьому вони проходять усі етапи дослідницької діяльності.

Суть самостійної дослідницької діяльності проявляється через взаємозв'язок її компонентів: мотиваційного, інформаційного, комунікативного, рефлексивного, особистого, когнітивного [5, 6].

Самостійна робота необхідна не лише для оволодіння змістом певної дисципліни, але й для формування здатності брати на себе відповідальність, самостійно розв'язувати проблему, знаходити конструктивні рішення й вихід із проблемних ситуацій тощо. Вона студенту дозволяє оволодіти вміннями навчальної, наукової та професійної діяльності. Також, можна стверджувати, що самостійна робота сприяє поглибленню й розширенню знань, пробудженню інтересу до пізнавальної діяльності, оволодінню прийомами процесу пізнання, розвитку пізнавальних здібностей студентів.

Таким чином, ефективна самостійна робота студентів, яка вимагає наполегливих зусиль, усвідомлення поставленої навчальної мети, здійсненню розумових дій і прояву вольових якостей має здійснюватись завдяки урізноманітненню організаційних форм і методів навчання у вищих навчальних закладах з фізики.

Який би вид самостійної роботи студентів не був, важливе ключове, центральне місце належить перш за все викладачу з даної дисципліни. Викладач є організатор та координатор навчальної та дослідницької діяльності студентів на всіх її етапах – від постановки питання чи конкретного завдання до практичного їх вирішення. Важливу роль в організації навчального процесу відіграє викладач, який складає програму дисципліни, робочу навчальну програму і в кінцевому рахунку досконалий робочий план. Це впливає з

того, що зміст освіти нерозривно пов'язаний із змістом і побудовою програми.

Створюючи програму, кожний викладач ніби будує, програмує, моделює свою діяльність і навчальну діяльність студентів. Відповідно до означення, програма – це коротке викладення змісту методичних вказівок предмету (курсу чи дисципліни), який викладається в навчальному закладі. Це зміст і план роботи, яка буде виконуватись, викладення принципів, цілей і задач, намічених для виконання.

Головна функція програми – фіксація змісту навчального предмету в конкретному вищому навчальному закладі. Разом з програмою дисципліни, підручниками, посібниками і методичними вказівками навчальні програми складають «пакет» педагогічних документів, в яких зафіксовано проект педагогічної діяльності, висвітлено уявлення проте чому і як необхідно навчати, крім того, виконує змістовну, інструментальну і нормативну функції.

Для кращого засвоєння нового матеріалу з фізики викладач повинен викласти мотиви його засвоєння, тобто вказати на мотиваційний компонент. Мотиваційний компонент пов'язаний з формуванням інтересу студентів до дослідницької діяльності як індивідуальної, так і групової, потребою в цій діяльності і направленістю на досягнення її результатів. Важливу роль при цьому відіграє також інформаційний компонент обумовлений умінням студентів здобувати і обробляти інформацію, навиками роботи з сучасною комп'ютерною, мультимедійною й іншою технікою і застосовувати отримані знання в різних нестандартних життєвих ситуаціях.

Застосування інформаційного компоненту і роль міжпредметних зв'язків при вивченні фізики, зокрема при вивченні теми «Правила Кірхгофа» можна показати на прикладі розв'язування задачі з цієї теми. Для цього на лекціях подається теоретичний матеріал з цієї теми і створюється проблемна ситуація, як проводити розрахунок складних електричних кіл із застосуванням правил Кірхгофа. Студентам пропонується самостійно скласти електричну схему будь-якої складності і на відповідному практичному занятті провести змагання між собою хто краще засвоїть цю тему. Викладач виступає в ролі спостерігача, організатора, координатора дій. Студенти самі оцінюють себе за відповідною бальною шкалою.

Приведемо один із прикладів такої задачі. При розв'язуванні задачі спочатку подається інформація про фізичний зміст правил Кірхгофа, так як правильно слід використовувати правило знаків для відповідно першого та другого правил. Вказується, що напрямок струмів можна вибирати довільним чином. Тільки тоді, якщо струм в кінцевому рахунку вийде від'ємним, то на схемі слід показати стрілку – напрямок струму в протилежному напрямку.

Для застосування міжпредметних зв'язків можна вказати, що в цій задачі використовуються знання з фізики, вищої математики, електротехніки, схемотехніки. Важливо, як вважає автор праці [2], щоб міжпредметні зв'язки являли собою єдину систему, яка зможе об'єднати різні групи знань та вмінь. При створенні такої системи необхідно використовувати систему дидактичних засобів: задач, завдань, вправ, що поступово піднімає рівень навчальних досягнень студентів, забезпечує цілісне застосування на практиці отриманих знань, формує міжпредметні компетентності, розвиває творче і логічне мислення, дає можливість студентам виявити свою індивідуальність і самостійність.

У своєму підході, для кращого розуміння і засвоєння матеріалу студентами, що пов'язаний із використанням міжпредметних зв'язків, ми використовуємо новітні технології із застосуванням нових математичних редакторів Mathcad – стандартний калькулятор.

Mathcad доволі зручно використовувати для навчання, обчислень і інженерних розрахунків. Відкрита архітектура застосувань у поєднанні з підтримкою технологій .NET і XML дозволяють легко інтегрувати Mathcad практично в будь-які ІТ-структури і інженерні застосування. Є можливість створення електронних книг (e-Book) [10].

Як вважають автори [4], що постановка викладачем завдань і проблем у процесі організації самостійної навчальної діяльності студентів повинна враховувати такі аспекти: підкреслювати значимість задач для суспільства і для розвитку особистості студента; розвивати почуття відповідальності студента за оптимальне вирішення проблеми; розвивати потребу студента у пошуку самостійних, креативних, оригінальних рішень; дати можливість проявити такі якості особистості, як активність, креативність, колективність.

Задача. Два джерела струму з електрорушійними силами  $\xi_1 = \xi_2 = 1,5 \text{ В}$  під'єднані в коло постійного струму, електрична схема якого показана на рисунку 1. Внутрішній опір кожного джерела струму  $r_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $r_2 = 3 \text{ Ом}$ . Опір зовнішнього навантаження  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 5 \text{ Ом}$ . Знайти струми  $I_i$  на кожній вітці електричного кола.

Дано:

$$\xi_1 = \xi_2 = 1,5 \text{ В}$$

$$r_1 = 2 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 3 \text{ Ом}$$

$$R_i = 5 \text{ Ом}$$

$$I_i - ?$$

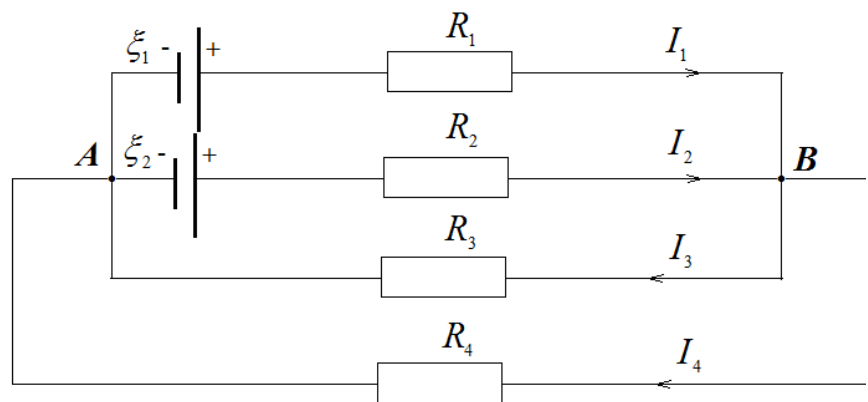


Рис. 1.

Розв'язування.

Відповідно до першого правила Кірхгофа алгебраїчна сума сили струмів в електричному вузлі дорівнює нулю. Для цього слід врахувати правило знаків: струмам які входять до електричного вузла надають знак «плюс», а струмам, які виходять з електричного вузла надають знак «мінус».

Математично це записується так:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0.$$

Для нашої електричної схеми, зокрема для вузла  $A$  маємо:

$$I_3 + I_4 - I_1 - I_2 = 0. \quad (1)$$

Відповідно до другого правила Кірхгофа алгебраїчна сума електрорушійних сил  $\xi$  в

замкнутому електричному контурі дорівнює сумі спадів напруг на кожному елементі контура, враховуючи спад напруги на джерелі. Для цього теж враховують правило знаків: якщо струм за напрямком співпадає з вибраним напрямком обходу контура (за годинниковою стрілкою), то відповідний спад напруги (добуток струму на опір  $IR$ ) входить в рівняння з знаком «плюс», в іншому випадку спад напруги входить в рівняння з знаком «мінус». Якщо електрорушійна сила  $\xi$  при обході контура змінює свій знак всередині джерела з «мінуса» на «плюс», то її приписують знак «плюс», в іншому випадку її приписують знак «мінус».

За другим правилом Кірхгофа отримаємо відповідно для контурів:  $AR_1BR_3A$ ,  $AR_2BR_3A$ ,  $AR_3BR_4A$  такі рівняння:

$$I_1R_1 - I_2R_2 + I_1r_1 - I_2r_2 = \xi_1 - \xi_2, \quad (2)$$

$$I_2R_2 + I_3R_3 + I_2r_2 = \xi_2, \quad (3)$$

$$-I_3R_3 + I_4R_4 = 0. \quad (4)$$

Підставимо в рівняння (2), (3) і (4) значення відповідних опорів і електрорушійних сил, тоді отримаємо систему лінійних рівнянь:

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0,$$

$$5I_1 - 5I_2 + 2I_1 - 3I_2 = 1,5 - 1,5,$$

$$5I_2 + 5I_3 + 3I_2 = 1,5,$$

$$-5I_3 + 5I_4 = 0.$$

Необхідно розв'язати систему чотирьох лінійних рівнянь з чотирма невідомими. В цьому випадку можна використати різні методи, зокрема метод Гаусса, метод детермінантів. Для цього перепишемо рівняння в наступному вигляді:

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0,$$

$$7I_1 - 8I_2 + 0I_3 + 0I_4 = 0,$$

$$0 + 8I_2 + 5I_3 + 0I_4 = 1,5,$$

$$0 + 0 - 5I_3 + 5I_4 = 0.$$

Значення відповідних струмів знайдемо із таких виразів:

$$I_1 = \frac{\Delta_{I_1}}{\Delta}, \quad I_2 = \frac{\Delta_{I_2}}{\Delta}, \quad I_3 = \frac{\Delta_{I_3}}{\Delta}, \quad I_4 = \frac{\Delta_{I_4}}{\Delta},$$

де  $\Delta$  - визначник системи рівнянь;  $\Delta_{I_1}$ ,  $\Delta_{I_2}$ ,  $\Delta_{I_3}$ ,  $\Delta_{I_4}$  - визначники, отримані заміною відповідних стовпців визначника  $\Delta$  стовпцями, складеними із вільних членів чотирьох рівнянь системи.

Знайдемо основну матрицю цієї системи:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 & -1 \\ 7 & -8 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & 5 \end{pmatrix}.$$

Визначник цієї матриці  $\Delta$  визначаємо в математичному редакторі Mathcad:

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 & -1 \\ 7 & -8 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & 5 \end{vmatrix} = -935.$$

Замінюємо перший стовпець основної матриці вільними членами системи рівнянь отримаємо матрицю:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & -8 & 0 & 0 \\ 1,5 & 8 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & 5 \end{pmatrix}.$$

Визначник цієї матриці  $\Delta_1$ :

$$\begin{vmatrix} 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & -8 & 0 & 0 \\ 1,5 & 8 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & 5 \end{vmatrix} = -120.$$

Тоді за теоремою Крамера знайдемо струм  $I_1$ :

$$I_1 = \frac{\Delta_{I_1}}{\Delta},$$

$$I_1 = \frac{-120}{-935} = 0,128 \text{ A}.$$

Замінюємо другий стовпець основної матриці вільними членами системи рівнянь отримаємо матрицю:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & -1 \\ 7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1,5 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & 5 \end{pmatrix}.$$

Визначник цієї матриці  $\Delta_2$ :



$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & -1 \\ 7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1,5 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & 5 \end{pmatrix} = -105.$$

Тоді струм  $I_2$  за теоремою Крамера:

$$I_2 = \frac{\Delta_{I_2}}{\Delta},$$

$$I_2 = \frac{-105}{-935} = 0,112 \text{ A}.$$

Аналогічно струми  $I_3$ ,  $I_4$  визначаються так:

$$I_3 = \frac{\Delta_{I_3}}{\Delta},$$

$$I_3 = \frac{-112,5}{-935} = 0,12 \text{ A};$$

$$I_4 = \frac{\Delta_{I_4}}{\Delta},$$

$$I_4 = \frac{-112,5}{-935} = 0,12 \text{ A}.$$

Правильність отриманого результату перевіряємо за формулою (1) першого правила Кірхгофа:

$$0,128 + 0,112 - 0,12 - 0,12 = 0.$$

Зручність такого підходу полягає в тому, що технічна сторона розрахунків виконується автоматично в математичному редакторі Mathcad. Звичайно, студенти повинні вміти проводити обчислення визначників різних порядків вручну, але це вони повинні навчитися на заняттях з математики.

**Висновки.** Вивчення такої теми проводили за різними методиками в двох групах різними викладачами і отримали такі результати. За результатами стандартного уроку, де керівну роль бере на себе викладач, якість знань становить 56%, а успішність 91%. За результатами нового нестандартного підходу, де студенти самостійно виконують вказану задачу якість знань становить 62%, а успішність 95%.

Таким чином, в роботі розглядається проблема модернізації освіти з метою підвищення якості навчального процесу в вищих навчальних закладах України. В зв'язку з цим особливе значення приділяється компетентному підході при підготовці інженерів технічних вузів.

### *Список використаної літератури*

1. Андреев В.И. Эвристическое программирование учебно-исследовательской деятельности: Метод. пособие /В.И. Андреев. – М.: Высш. школа, 1981. – 240 с.
2. Войтович О.П. Розроблення і упровадження дидактичних засобів з фізики

- міжпредметного змісту. /О.П. Войтович. //Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. наукових праць. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. - №6. –С. 156-163.
3. Воловик П.М. Фізика. Підручник для університетів. /П.М. Воловик - К.; Ірпінь: Перун, 2005. – 864 с.
  4. Интенсификация творческой деятельности студентов. /Под ред. В.И. Андреева, Г. Мельхорна. Казань.: Изд-во Госуд-го Казанского Университета. - 1990.- 197 с.
  5. Казанцева Л.А. Дидактические основы применения исследовательского метода в условиях гуманизации образования: Автореф. дис. д-ра пед. наук: 13.00.01 /Л. А. Казанцева. /Казанский гос. ун-т. – Казань, 1999. – 41 с.
  6. Потапова М.В. Факторы, влияющие на качество усвоения знаний и умений выпускников. /М.В. Потапова, В.В. Шахматова. //Фізика в школі. - 2008. - №8. – С. 35-42.
  7. Педагогика: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов /Ю.К. Бабанский, В.А. Сластенин, Н.А. Сорокин и др.; под ред. Ю.К. Бабанского. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Просвещение, 1988. - 479 с.
  8. Самостійна навчальна робота студентів: Методичні рекомендації. /О.Г. Мороз (відповідальний за випуск), О.Д. Чекурда, О.Г. Козачук, Д.С. Рященко. – К.: КДПІ, 1987. – 70 с.
  9. Самостоятельная работа студентов при решении задач по физике: Методические указания. /Сост. Ф.П. Кесаманлы, В.М. Коликова. Л.: ЛПИ, 1987. – 32 с.
  10. Mathcad [Електронний ресурс] /Сайт Вікіпедія. Вільна енциклопедія. – Режим доступу : <http://uk.wikipedia.org/wiki/Mathcad>.

***Слободяник А.Д., Сильвейстер А.М. Развитие методов эффективного усвоения нового материала и оценивания знаний на занятиях по физике в высших учебных заведениях.***

*В статье рассматриваются поиски эффективных методов усвоения учебного материала и оценивание знаний по физике в высших учебных заведениях.*

***Ключевые слова:*** материал, знания, занятия, физика, самостоятельная работа, компетентный подход, межпредметные связи, технологии обучения.

***Slobodianyuk A.D., Silveyster A.M. Development of methods of effective mastering of new material and estimation of knowledge during studying physics in universities.***

*In this article we consider searching of effective methods of mastering of material and estimation of physics knowledge in universities.*

***Keywords:*** material, knowledge, employment, physics, independent work, competence approach, intersubject communications, technologies of training.

## **РОЛЬ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ У СУЧАСНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ**

*У статті розглядаються проблеми використання програмного забезпечення під час навчального фізичного експерименту в середній і вищій школах. Наводиться приклад застосування різних педагогічних програмних засобів для проведення фізичного експерименту та аналізу отриманих даних.*

**Ключові слова:** *інформатизація, педагогічний програмний засіб, аналого-цифрові перетворювачі.*

Одними з найважливіших науково-технічних проблем сьогодення є проблеми системи ефективного забезпечення своєчасними і вичерпними даними всіх видів людської діяльності, умов для оперативного та всебічного аналізу досліджуваних природних і соціальних процесів та явищ, передбачення їх розвитку в часі, прогнозування можливих наслідків тощо. Розгляд даного питання неможливо проводити окремо від проблеми інформатизації освіти метою якої є раціоналізація інтелектуальної діяльності за рахунок використання новітніх інформаційних технологій і підвищення ефективності та якості підготовки фахівців вищих навчальних закладів освітніх рівнів спеціаліст та магістр.

Фізика – невід’ємна складова сучасного науково-технічного прогресу, що розкриває закони природи, розширює знання людини про оточуючий світ, формує науковий світогляд індивідууму. Тому при викладанні курсу фізики у вищих навчальних закладах слід впроваджувати нові, більш ефективні форми та засоби навчання, що сприятимуть підготовці кадрів з новим типом мислення.

На сьогоднішній день існує цілий ряд програм, що призначені для навчання. Їх називають програмними засобами навчального призначення або педагогічними програмними засобами (ППЗ). ППЗ поділяють:

1. Електронні (віртуальні) практикуми – збірники практичних завдань і вправ: віртуальні лабораторні роботи, електронні тренажери, електронні задачки тощо.
2. Електронні посібники – видання, що містять матеріал з предмету, з використанням мультимедійних засобів.
3. Електронні засоби контролю навчальних досягнень – програми, призначені для створення тестових завдань, проведення тестування та фіксації його результатів. Наприклад: система Moodle.
4. Мультимедійні засоби ілюстративного і довідкового спрямування
5. Інтерактивні курси – комбіновані ППЗ, у яких поєднані засоби з груп розглянутих вище.

Сучасне програмне забезпечення для дослідження фізичних процесів представлено демонстраційними і моделюючими програмами, реальним експериментом. Демонстраційні програми суттєво відрізняються від моделюючих. Окремі фрагменти навчального матеріалу в демонстраційних програмах, як правило, складаються з мультимедійних чи анімованих кліпів, що поєднуються між собою через спільне меню. Негативні й позитивні якості вказаного роду програм пов'язані саме зі специфікою такого підходу. Візуальна складова мультимедійних навчальних систем дозволяє побачити розвиток процесу в часі, але змінити чи втрутитись у хід експерименту користувач не зможе. Поруч із відоматеріалом є аудіо складова, що пояснює, не завжди доступними для дослідника словами, перебіг подій.

Ядром моделюючої програми є модель процесу – сукупність співвідношень, правил, які регламентують взаємодію між об'єктами моделювання по заздалегідь встановленому алгоритму. Процесом можна керувати за допомогою вхідних і поточних параметрів. Основним недоліком більшості існуючих моделюючих програм є те, що в кожному окремому випадку модель охоплює невелику частину теми. Кожна програма, як правило, моделює тільки один конкретний процес чи якусь його складову. Але комп'ютерні моделі дають більш широке поле діяльності для процесу навчання. Особливо актуально їх застосовувати в тих випадках, коли не можна здійснити прямий експеримент.

Як бачимо, є багато недоліків використання програмних засобів навчального призначення. По-перше: студенти перестають розгорнуто відповідати на запитання. Натомість, відповідь є стислою і лаконічною, що не припустимо при підготовці фахівців у педагогічних вузах. По-друге: програма не спроможна пояснити користувачу матеріал іншими (доступнішими для нього) словами, тому педагогічні програмні засобами потрібно комбінувати з роботою з викладачем.

Натурний експеримент передбачає дослідження реальних об'єктів, явищ та процесів. Здійснюються всі види діяльності. Але такий експеримент потребує витрат часу на підготовку та проведення. Для його здійснення необхідно мати прилади, обладнання та об'єкти дослідження.

Швидкі темпи зростання та зміни інформації диктують нові вимоги до обсягу теоретичних знань та практичних навичок. Формування нової системи фізичного експерименту, заснованої на вдосконаленні інформаційного середовища навчальних закладів, розробці та впровадженні в практику сучасних інформаційних технологій є одним із пріоритетних напрямків вирішення завдання інформатизації фізики. Стрімкий розвиток та постійне вдосконалення технічного обладнання та програмного забезпечення потрібно використовувати для проведення і, де це необхідно, автоматизації фізичного експерименту, обробки та аналізу отриманих даних.

Початковий етап використання інформаційних технологій у навчанні фізики можна характеризувати стрімким зростання кількості програм, що моделюють натуральний фізичний експеримент. Гнучкість розробки програмного забезпечення та недостатня матеріальна база тільки сприяли такому розвитку подій. Яскравим прикладом є продукція фірми «Квазар мікро» – «Віртуальна фізична лабораторія 7-9», «Віртуальна фізична лабораторія 10-11». Але, як показала практика, віртуальний фізичний експеримент не може слугувати повноцінною заміною реальному. Натомість він є самостійним засобом навчання,

який має власні функції. Віртуальні фізичні експерименти та їх варіації допомагають більш глибоко зрозуміти фізичний зміст спостережуваних в реальному житті явищ і процесів. При підтримці програмним засобом запису експерименту в дослідника з'являється можливість відтворити проведений дослід та індивідуалізувати вивчення матеріалу, вибрати необхідний темп та умови роботи.

Найкращих результатів можна досягнути поєднавши реальний експеримент і програмне забезпечення. Це можна реалізувати за допомогою датчиків – перетворювачів, аналого-цифрових перетворювачів (АЦП), комп'ютера та відповідного програмного забезпечення.

Наприклад: для вивчення і дослідження конденсаторів на лабораторних практикумах у вищих навчальних закладах і школах можна скористатись комп'ютерно – вимірювальним комплексом фірми ІТМ. Використовуючи датчики напруги та сили струму під'єднаних в електричне коло можна зняти залежності відповідних фізичних величин від часу. Так як програмне забезпечення підтримує функцію експорту даних до електронних таблиць Microsoft Excel, експериментатор має можливість зберегти результати досліду для подальшої обробки. За отриманими даними, досить точно, можна оцінити зміну заряду конденсатора з часом. Вона буде чисельно дорівнювати площі криволінійного трикутника обмеженого осями координат на яких відкладено значення сили струму та часу і кривою  $I = I(t)$ . Занісши дані у такі програми як GRAN чи GNU PLOT, та про апроксимувавши їх поліномом, побудувати графіки залежності  $I = I(t)$ . Засобами вказаних програм можна знайти площу фігури через визначений інтеграл.

Отже, як бачимо, використання різних програмних засобів сприяє підвищенню якості навчального фізичного експерименту за рахунок створення умов для проведення більш точніших вимірювань, збереження часу, що витрачався на обробку отриманих результатів, позбавленні від похибок внесених дослідником при знятті показників та первинній обробці даних тощо. Але, поруч із тим, ще є багато проблем з раціональним і педагогічно виваженим використанням програмних засобів у підготовці та проведенні фізичного експерименту.

### ***Список використаної літератури***

1. Горбачук І.Т., Козеренко С.І., Левандовський В.В., Мусієнко Ю.А., Шут М.І., Янчевський Л.К. Дослідження будови та принципу дії елементів структури аналогово-цифрового перетворювача. Спеціальний фізичний практикум. Частина 3. // За заг.ред. проф. Горбачука І.Т. – К.: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2011. – 55 с.
2. Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П. П. Загальний курс фізики: Навчальний посібник - Т. 2. Електрика і магнетизм. -К.: Техніка, 2003. - 452 с.
3. Сиротюк В. Д. Фізика: підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл.: (рівень стандарту)/ В.Д. Сиротюк, В.І. Баштовий. – Харків: Сіція, 2011. – 304с.
4. Горбачук І.Т. Дослідження екстраструмів замикання і розмикання в електричному колі джерела постійного струму з RC елементами /Горбачук І.Т., Стариков С.М. //Науковий часопис Національного педагогічного університету імені

М.П.Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 40: збірник наукових праць/ за ред. В. Д. Сиротюка. – К.: Вид – во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2013. – 309 с.

***Стариков С.Н., Козеренко С.И. Роль программных средств в современном учебном физическом эксперименте.***

*В статье рассматриваются проблемы использования программного обеспечения в учебном физическом эксперименте в средней и высшей школах. Приводится пример применения различных педагогических программных средств для проведения физического эксперимента и анализа полученных данных.*

***Ключевые слова:*** информатизация, педагогическое программное средство, аналого - цифровые преобразователи.

***Starikov S.M., Kozerenko S.I. The role of software in modern educational physical experiments.***

*In this paper we consider the problem of using software during the school physics experiment in the secondary and high schools. An example of the using of different educational software for physical experiment and analyze the data is putted.*

***Keywords:*** informatization, pedagogical software tool, analog-digital converters.

## ПЕРІОДИЗАЦІЯ РОЗВИТКУ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

*Викладено результати аналізу історичних аспектів розвитку методики викладання квантової фізики в старшій школі та представлено її періодизацію як різновид класифікації, яка з точки зору формальної логіки полягає у розбитті множини об'єктів на окремі класи за такими ознаками: за розвитком нових понять у фізичній науці; за становленням і розвитком двоступеневої системи фізичної освіти; за розвитком основних ідей, принципів та інновацій у методичній науці. На підставі такого підходу запропоновано структурні одиниці нової методичної системи навчання квантової фізики в старшій школі, що враховує сучасні тенденції розвитку системи фізичної освіти в національній школі.*

**Ключові слова:** *періодизація, квантова фізика, методична система, профільна диференціація.*

Дослідження історичних аспектів становлення і розвитку методики викладання квантової теорії, будови атома, фізики ядра та відомостей про елементарні частинки можливе у тісному поєднанні з аналізом основних тенденцій та актуальних проблем розвитку методики фізики. Аналіз досліджень О.І.Бугайова [1], М.В.Головка [2], О.В.Сергеева [8], Н.Л.Сосницької [9], Шута М.І. [10] та інших дослідників, дозволив виокремити найвагоміші, з точки зору змісту і методики навчання фізики, періоди становлення і розвитку квантових уявлень у шкільному курсі фізики.

Н.Л.Сосницька визначає періодизацію як розподіл процесу розвитку змісту шкільної фізичної освіти на певні проміжки часу, що різняться між собою специфічними особливостями і які встановлені на засадах об'єктивних принципів (критеріїв). З огляду на це, пропонуємо періодизацію розглядати як різновид класифікації, яка з точки зору формальної логіки полягає у розбитті множини об'єктів на окремі класи за певною ознакою. Ознака для класифікації виступає тією ж «специфічною особливістю», що критерії або принципи для періодизації. Тому в основу періодизації вивчення квантової фізики, нами покладено критерії, які відіграють роль ознак, за якими відбувається класифікація (періодизація) навчального процесу з вивчення квантової фізики. Ці критерії, в інтересах нашого дослідження, мають наступні спрямування:

а) За розвитком нових наукових понять у фізичній науці.

Квантова теорія зародилась і швидко розвивається як похідна квантової оптики, теорії випромінювання, теорії будови речовини тощо. Тому поява нових понять у змісті шкільного курсу фізики передусім пов'язане із появою відповідних нових наукових понять у змісті фізичної науки, що власне, і визначає той чи інший період вивчення відомостей з квантової фізики у старшій школі. Даний критерій вимагає узгоджувати періодизацію вивчення квантових уявлень із появою останніх у фізичній науці і водночас, співвідносити їх з розвитком змісту фізичної освіти в цілому.

б) За розвитком двоступінчатої системи вивчення фізики.

Двоступенева схема вивчення фізики дозволяє розвивати теоретичний рівень мислення учнів старшої школи за рахунок структурування змісту систематичного курсу

навколо фундаментальних фізичних теорій. Тому важливо в історичному аспекті прослідкувати становлення системи двоетапного вивчення фізики. Адже побудована за логікою змістового узагальнення, друга ступінь систематичного курсу фізики, в нинішніх умовах, знімає обмеження щодо засвоєння навчального матеріалу лише на емпіричному рівні.

в) За розвитком основних ідей, принципів та інновацій у методичній науці.

Очевидно, що найбільш помітні методичні та психолого-педагогічні ідеї, які у різні часи набули розвитку в методиці навчання фізики (гуманізація навчального процесу, генералізація навчального матеріалу, принципи політехнічної освіти, ідея профільної диференціації тощо), мали суттєвий вплив не лише на методику викладання окремих питань шкільного курсу, а слугували орієнтирами з відбору навчального матеріалу, методів, технологій навчання і зрештою визначали методологію дидактики фізики. Структура і зміст фізичної освіти складаються під впливом соціального замовлення, взаємозв'язку фундаментального і прикладного, структури фізичної науки, методологічних установок. Таким чином, аналізуючи періоди розвитку методики навчання квантової фізики, неможливо обійти усі значущі досягнення методичної науки.

На підставі проведеного аналізу науково-методичної літератури та досліджень, в межах означених трьох критеріїв, нами здійснено спробу виокремити періоди у розвитку квантових уявлень в старшій школі. Результати цієї роботи викладено у представленій статті.

Кінець XIX початок XX століття ознаменувалися революційними змінами, в результаті яких утворився новий умовний поділ фізики на класичну і релятивістську. У цей період відбувається зародження нових теорій, зокрема квантової.

Найчастіше першопричинами наукової революції стають фундаментальні протиріччя, що зароджуються спочатку в межах конкретної теоретичної моделі. В процесі розв'язання локальної проблеми з'являються нові ідеї і принципи, які несумісні із положеннями існуючої, і підтверджені багатьма дослідними фактами фізичної картини світу. Перегляд останньої в контексті нової моделі і пов'язаних з нею нових наукових понять, призводить до виникнення нової парадигми, власне продукту революційних змін. Саме тому слід підкреслити важливу роль фундаментальних протиріч — таких, що зрештою приводять дослідників до неминучої потреби у перегляді наукової картини світу. Одним з таких фундаментальних протиріч, що стало передумовою до створення квантової теорії, постала проблема випромінювання абсолютно чорного тіла.

Історія розвитку методики викладання квантової фізики та питань з нею пов'язаних, бере свій початок з часів становлення квантової теорії (1900) та відкриття явищ, пояснення яких можливе з квантових позицій (фотоелектр, тиск світла, ефект Комптона). Проведений вище історичний екскурс розвитку поняття «кванту елементарної дії», дозволяє стверджувати, що хронологічно верхня межа першого періоду обмежена початком XX століття. Оскільки 1918 рік прийнято вважати початком становлення двоступінчастої системи, нами обрано саме цей рік як верхня межа першого періоду.

#### Перший період (1918-1947).

У 1918 р. була встановлена єдина дев'ятирічна школа, що ділилась на дві ступені: перша ступінь складала п'ятирічний курс (8-13 років) і друга ступінь — чотирирічний курс (13-17 років). Вивчення фізики планувалося лише на другому ступені. Власне курс фізики мав два варіанти : двоступінчастий і радіальний. Шкільна програма з фізики передбачала, зокрема, ознайомлення учнів з такими питаннями: рівняння стану газу, викладення закону Бойля-Маріотта як наслідок з молекулярної теорії, природа теплоти, рентгенівські промені,



закон Кірхгофа (в оптиці), інтерференція, явище радіоактивності. Слід підкреслити, що на той час не існувало єдиних підручників і програм (кожна школа могла мати власну програму). Серед підручників з фізики, слід виокремити «Начальную физику» О.В.Цінгера, що витримала двадцять видань (1919-1931 р.р.), та «Робочу книгу з фізики» І.І.Соколова для рабфаків.

До кінця 30-х років минулого століття, поняття квантової фізики і будови атома не були відображені у змісті шкільних програм з фізики, а науковий рівень її викладання був низьким. Цьому існує щонайменше дві групи причин. Перша пов'язана із тогочасними принципами відбору та систематизації навчального матеріалу, які до певної міри обмежували науковий рівень викладання фізики у старшій школі. З 1925-1927 р.р., в основу навчальних програм було покладено спочатку «комплекси», а потім «фізико-техніка» (1929-1930).

Існує друга група причин, яка пояснює відсутність відомостей про кванти у курсі фізики старшої школи (10 кл.).

Розглядуваний період хронологічно співпав із становленням квантової теорії, основні поняття якої лише набували остаточного наукового змісту і були предметом жвавих дискусій серед видатних вчених-фізиків — А.Ейнштейна, Н.Бора, В.Гейзенберга, Е.Шредінгера та інших. Інакше кажучи, поняття квантової фізики (квант, фотон, механізм випромінювання атомів тощо) не вивчались у курсі шкільної фізики, оскільки не були остаточно сформованими. Процес становлення означених наукових понять відбувався у період 1900-1950 р.р. і триває до нині (квантова теорія вважається незавершеною). Підтвердженням нашого припущення є історія розвитку найбільш значимого міжнародного форуму фізиків — Сольвеєвського конгресу, заснованого за ініціативою бельгійського хіміка-технолога і підприємця Ернеста Сольве (Solvay) (1838-1922). У період 1911-2012 р.р. в Брюсселі відбулося 25 Сольвеєвських конгресів, присвячених фундаментальним проблемам фізики. Перший конгрес під назвою «Випромінювання і кванти» відбувся у 1911 році і викликав жваві дискусії серед наукової громадськості. Предметом тогочасних дискусій було питання: «чи варто для опису дійсності залучати квантовий опис?». Серед прибічників класичних методів дослідження закономірностей випромінювання, зародились перші сумніви щодо обраних ними підходів до обґрунтування класичної теорії випромінювання. Крім цього, ряд дослідників побачили привабливість квантової теорії у застосуванні її не лише до теорії випромінювання. Проте, навіть незважаючи на очевидну привабливість планківського підходу, більшістю вчених висловлювались сумніви щодо доцільності квантового апарату як адекватного методу опису реальності.

Для того, щоб скласти загальне уявлення про фундаментальні проблеми й тенденції розвитку, що панували у період 20-50-х років ХХ ст., достатньо проаналізувати тематику окремих виступів вчених-фізиків на Сольвеєвських конгресах у період 1911-1950 р.р. Красномовною ілюстрацією до проблематики фізичної науки слугують назви конгресів, що також однозначно характеризує коло наукових інтересів більшості видатних вчених-фізиків. Проведений аналіз змісту тематики Сольвеєвських конгресів та відповідних виступів вчених-фізиків, дає підстави стверджувати, що поняттєва база квантової теорії найбільш активно формувалась у 40-60-ті роки ХХ ст.

У післявоєнний період (з 1945 р.) почався ґрунтовний перегляд змісту навчання фізики в масовій школі та підняття наукового рівня викладу питань, що вивчалися.

Другий період (1947-1967 р.р.) пов'язаний із переглядом змісту фізичної освіти. В означений період зміст фізичної освіти змінювався в залежності від рівня розвитку фізики та її технічних застосувань.

До початку 60-х років ХХ століття основні методичні ідеї та засади методики вивчення квантових властивостей світла і будови атома були остаточно сформульовані у численних публікаціях і посібниках. До середини 60-х років методична система вивчення квантової фізики не була остаточно завершена, однак вона набула характерних ознак. Вкажемо на кілька з них.

1. Програми одинадцятирічної школи відставали за змістовим наповненням від методичних розробок. Наприклад, вище вже згадувалося, що у програмах 1959 і 1960 років відсутні наступні питання: відомості про фотони та їх властивості, лічильники елементарних частинок, природну і штучну радіоактивності, ізотопи, прискорювачі елементарних частинок та ін. Водночас у методичній літературі пропонувалася методика вивчення цих та інших питань, що не входили до навчальних програм, що значною мірою підвищувало науковий рівень викладу цих відомостей у курсі фізики старшої школи (10 клас).

2. З іншого боку, вивчення квантових властивостей світла та будови атома, з точки зору методики їх вивчення, було підпорядковано, головним чином, формуванню знаннєвої бази і з'ясуванню можливих застосувань в тогочасній техніці явищ, що вивчались. .

3. Проведений аналіз показав, що у методичній літературі окремі відомості про квантові властивості світла та будову атома були викладені на науковому рівні, що практично відповідав вимогам майбутньої реформи змісту фізичної освіти (1967-72 р.р.). Інакше кажучи, методика вивчення елементів квантової фізики та будови атома дещо випереджала час у контексті змісту окремих питань, що вивчалися.

4. Проведений аналіз програм, відповідних підручників, методичної літератури, показав, що навчальний матеріал з квантової фізики, фізики атома і будови ядра увесь час оновлювався і поповнювався новими фактами, а тому зростав в об'ємі. Внаслідок збільшення об'єму навчального матеріалу, втрачалась його логічна цілісність. Наприклад, вивчення відомостей про кванти так і залишилось у розділі «Дії світла», хоча за змістом відносилось до квантової оптики.

#### Третій період (реформа змісту фізичної освіти (1967-1972 р.р.)).

У 1967 році Комісією при Президії Академії наук СРСР та АПН СРСР під керівництвом академіка І.К.Кікоїна був розроблений проект нових навчальних програм з фізики і астрономії [7]. Перехід загальноосвітньої школи на роботу за цією програмою розпочався у 1968-1969 н.р.

Найбільш значущими, при розбудові нового змісту шкільної фізичної освіти, були завдання підвищення її наукового рівня, приведення змісту курсу фізики середньої школи у відповідність із сучасними фізичними поглядами. Особлива увага приділялась докорінному перегляду основ шкільного курсу фізики.

У пояснювальній записці до програм вказувалося на нові цілі фізичної освіти:

- навчати учнів фізичному стилю мислення;
- розвивати інтерес до фізичної науки, як основи природничо-наукового світогляду;
- підготувати учнів до розуміння широкого кола явищ природи і уміння застосовувати відповідні фізичні теорії для їх пояснення;
- показати могутність фізичних методів пізнання навколишнього світу та розвивати в учнів уміння розв'язувати фізичні задачі, що мають практичну значущість;
- викладати курс на сучасному рівні розуміння питань, що вивчаються;

- враховувати пов'язані з віком пізнавальні можливості школярів.

Шкільний курс фізики в результаті реформи, проведеної протягом 1967-72 р.р., мав ряд особливостей, які дозволяють говорити про його якісно новий науково-методичний рівень. Серед таких особливостей курсу, вкажемо наступні.

По-перше, враховувалась логіка історичного розвитку понять атомно-молекулярного вчення, електронної теорії, теорії коливань, квантової теорії і теорії поля. Відповідно до цього структура навчального матеріалу програм і нових підручників вибудовувалась за схемою: вихідні експериментальні факти — теоретична модель — наслідки — експериментальна перевірка наслідків.

По-друге, відбір змісту фізичної освіти підкорявся концепції генералізації навчального матеріалу навколо фундаментальних ідей, моделей і теорій. Це дозволяло відкинути другорядний і несуттєвий матеріал, який втратив наукову цінність і яким був переобтяжений курс фізики післявоєнних років (1947-1960).

По-третє, виклад навчального матеріалу ґрунтувався на двох логічних структурах: 1) на енергетичній основі; 2) на підставі ідей теорії будови речовини: виклад навчального матеріалу у напрямку від відомостей про структурні частинки матерії до розгляду властивостей речовини та їх пояснення на основі атомно-молекулярного вчення.

По-четверте, вивчення традиційних понять пропонувалося здійснювати у новому трактуванні, з урахуванням сучасних наукових уявлень та їх застосувань у техніці.

По-п'яте, осучаснення курсу передбачалося здійснювати кількома шляхами, серед яких — уведення нових понять квантової оптики, елементів квантової механіки і сучасних досягнень фізики високих енергій. З рештою, вивченню елементів теорії будови речовини був присвячений увесь курс фізики як основної, так і старшої школи, про що мова вже велась вище.

Четвертий період: розвиток методичної системи вивчення квантової теорії в національній школі (1992-2005).

У період відновлення і розбудови Української державності було проголошено про орієнтацію національної школи на світовий досвід. На кінець 80-х — початок 90-х років ХХ століття у більшості високорозвинених демократичних країнах світу переважали тенденції зі зміщення акцентів у цілях навчання з формування предметних знань на розвиток мислення, формування «природничо-наукової грамотності», вироблення вмінь орієнтуватися у природничо-науковій інформації. У вітчизняних дослідженнях з методики поступово набував сили принцип варіативності змісту, структур і розроблюваних методичних систем навчання фізики в основній і старшій школах.

У 1992 році вперше з часу проголошення незалежності України була прийнята програма шкільного курсу фізики. За змістом і структурою вона не відрізнялась від програм радянської школи 1985 року, оскільки спиралась в основному на традиційний зміст і традиційну структуру шкільного курсу фізики, на тогочасні підручники. Водночас у системі фізичної освіти національної школи намітились ґрунтовні зрушення пов'язані, перш за все, з переорієнтацією на світовий досвід. У зв'язку з цим слід відзначити, що найбільш вагомими інноваціями програми стосувалися реалізації нових для вітчизняної школи ідей гуманізації та демократизації навчання. У ній знайшли також відбиття усі тогочасні тенденції реформування системи національної освіти, які були, у свою чергу, віддзеркаленням світових трансформацій в освітньому середовищі — диференціації навчального процесу, переходу від знаневої парадигми до діяльній, що передбачала розвиток людини як особистості, її творчих здібностей.

Програми 1996 року були розроблені з опорою на нову концепцію фізичної освіти. У 1994 році був схвалений проект нової концепції фізичної освіти в середніх загальноосвітніх навчальних закладах України за редакцією О.І.Бугайова. Дана концепція по суті відбивала реформування української школи в частині фізичної освіти, до якої відтепер ставились нові вимоги — соціокультурне становлення молоді людини, формування громадянина незалежної держави. У ній враховувалися тенденції розвитку фізичної освіти, що мали місце як у вітчизняній, так і у зарубіжній школах.

Аналіз змісту навчальних програм щодо вивчення квантових понять, доцільно, на наш погляд, провести у порівнянні з програмами 1985 року. Порівняльний аналіз цих програм показав, що зміст квантової фізики (частина «Квантова фізика» і практично не змінився. Навчальний матеріал частини «Квантова фізика» поділявся на два розділи: «Світлові кванти» і «Атом і атомне ядро». Останній окрім відомостей про будову атома включав відомості про будову ядра та елементарні частинки. Аналіз показав, що оняттєва база залишилась незмінною, зміни можна помітити у послідовності вивчення деяких питань.

У підручнику С.У.Гончаренка [3] для шкіл, гімназій і ліцеїв природничо-наукового профілю (з поглибленим вивченням фізики) відомості з квантової фізики викладені у чотирьох розділах: «Світлові кванти. Дії світла» (стор. 265- 289), «Фізика атома» (стор. 290-325), «Фізика атомного ядра» (стор. 328-392) та розділ «Елементарні частинки» (396-417). Виклад цього навчального матеріалу розпочинається відомостями про виникнення вчення про кванти (§86): автор посилаючись на класичні уявлення про випромінювання електромагнітних хвиль атомами-випромінювачами, вказує на труднощі, що виникли в межах класичної теорії і призвели до «ультрафіолетової катастрофи». Потім навчальний матеріал розгортається за наступною логікою: експериментальні факти, що не можна пояснити в термінах класичної теорії випромінювання (фотоелектричний ефект) — пояснення фотоефекту з позицій квантової теорії (теорія фотоефекту: поняття фотону, рівняння Ейнштейна) — пояснення інших експериментів з використанням квантового апарату (ефект Комптона, дослід Боте, тиск світла). Підсумовувався розділ питанням корпускулярно-хвильового дуалізму властивостей світла. Хибна підміна енергії спокою  $E_0$  енергією релятивістської частинки  $E$ , здійснена у підручнику Г.Я.Мякишева і Б.Б.Буховцева [6], також потрапила до розглядуваного підручника, в якому стверджується,

що фотон має масу  $m = \frac{h\nu}{c^2}$ . Насправді ж фотон безмасова частинка і виводити поняття маси із формули для енергії спокою  $E_0 = mc^2$  немає сенсу, оскільки енергія спокою релятивістської частинки дорівнює 0. Повна енергія такої частинки  $E = E_0 + E_k$ . Для фотона виконуватиметься співвідношення релятивістської механіки

$$m^2 c^4 = E^2 - p^2 c^2 \quad (*)$$

Якщо частинка має масу відмінну від нуля, тоді з теорії Ейнштейна випливає

$$p = E \frac{v}{c^2} \quad \text{і якщо } v = c, \text{ то } p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} - \text{імпульс фотона, що відповідає (*) для випадку } m = 0.$$

Досить ґрунтовно і на відповідному науковому рівні викладено останній розділ «Елементарні частинки». Незважаючи на складний математичний апарат сучасної фізики елементарних частинок (фізики високих енергій), її висновки і загальна картина структурної організації матерії в масштабі, що відповідає стандартній моделі, порівняно проста і доступна для розуміння учнями старшої школи. Скориставшись цим, автор ґрунтовно і послідовно у даному розділі викладає початкові відомості стандартної теорії елементарних

частинок, що стосуються переважно її висновків: поняття елементарної частинки і античастинки, взаємні перетворення частинок і квантів електромагнітного випромінювання, класифікація елементарних частинок, типи фізичних взаємодій і закони збереження в мікросвіті [3, с.396-418]. Цілком зрозуміло, що на сучасному етапі розвитку стандартної моделі, даний розділ за змістом і висвітленням окремих питань не відповідає останнім досягненням науки. Наприклад, параграф «Типи фізичних взаємодій у природі» завершується словами: «Існує приваблива ідея об'єднати в єдину калібрувальну теорію всі три взаємодії — сильну, електромагнітну і слабку. Однак її реалізація наштовхується на серйозні труднощі, як математичні, так і фізичні. Основна фізична трудність полягає в неминучій появі багатьох «зайвих» частинок. Ці зайві частинки, як правило, можуть мати маси, набагато більші за маси відомих частинок. Крім того, калібрувальна теорія електрослабкої взаємодії передбачає існування так званих частинок Хіггса, які, на думку вчених, відповідають за появу в частинок маси. Однак досі ці частинки виявити не вдається.» [3, с.412]. Частинка Хіггса є лише наслідком хіггсовського поля, введення якого пояснює наявність маси в субатомних частинках. Власне бозон Хіггса, ні за що не відповідає, а є лише наслідком (квантом) цього поля. Нобелівська премія з фізики за 2013 рік присуджена двом вченим, бельгійцю Франсуа Енглєру (François Englert) і британцю Пітеру Хіггсу (Peter Higgs) за теоретичну розробку, яка називається «хіггсовський механізм» і яка була підтверджена завдяки відкриттю бозона Хіггса на Великому адронному колайдері у 2012 році. Стосовно «зайвих» частинок, про які згадується у цитованій частині підручника, в рамках стандартної моделі зроблено відкриття, суть якого полягає в тому, що дана модель є неповною і, незважаючи на феноменальну точність щодо передбачення появи нових частинок та їх властивостей, все ж поки що нездатна пояснити, чому з усієї величезної множини елементарних частинок, структурна організація матерії обмежена трьома сімействами лептонів і трьома сімействами кварків. До того ж, різні варіанти побудови моделей (чи механізмів), які пояснюють порушення симетрії стандартної моделі, приводять теоретиків до появи нових частинок, які так, чи інакше за властивостями нагадують бозон Хіггса.

П'ятий період: Сучасні тенденції розвитку методичної системи вивчення квантової фізики на засадах компетентнісного підходу (2005 — 2013 р.р.).

Стрімкий розвиток інноваційних перетворень у різних сферах життєдіяльності людини призводить до трансформації суспільства в контексті змінених базових цінностей, що пов'язані з глобальними проблемами людства. На цьому тлі освітні технології постають в якості ресурсів, що дозволяють забезпечити здатність людини до осмислення сутності соціально-економічних, природничо-наукових і технологічних процесів. Відтепер освічена людина повинна бути не лише носієм енциклопедичних знань, а й здатною до їх практичного використання для участі в конструктивній трансформації суспільства. Таким чином, сучасна парадигма освіти характеризується новими цілями, що спрямовують освітній процес у бік практичної життєвої орієнтованості освіти на засадах особистісно зорієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів.

Питання компетентнісного підходу серед українських та російських вчених розглядалися у працях О.В.Овчарук, О.І.Пометун, О.І.Локшиної, О.Я.Савченко, А.В.Хуторського, та багатьох інших.

Проведений аналіз змісту понять «компетентність», «компетенція», «освітні компетенції» дозволив виокремити відповідні концептуальні положення, які були покладені в основу створюваної методичної системи вивчення квантової фізики у профільній школі. В рамках даної методичної системи нами було запропоновано наступну структурно-логічну схему поняття «освітня компетентність»: 1) наукове поняття (або система понять); 2) предметні навички і вміння, пов'язані з відповідним фізичним поняттям; 3) досвід учня з

оперування даним поняттям (чи системою понять) у вирішенні практичних завдань; 4) ціннісне ставлення учня до системи набутих понять. Отже, за такої структури з'являється можливість розробити методику вивчення елементів квантової фізики для різних профілів не лише через різне змістове навантаження, зокрема підвищеного рівня математичного апарату, вищий рівень наукових понять, що вивчаються, а через буденне знання, особистісно орієнтоване знання та ціннісне ставлення через готовність використовувати отримані знання.

**Висновки.** Запропонована періодизація дозволяє виокремити наступні важливі тенденції у розвитку методичної думки щодо формування понять квантової фізики в старшій школі. Уведення відомостей з квантової фізики здійснювалося у період, коли визначальною тенденцією було підвищення наукового рівня викладання фізики. У післявоєнний період відбувся ґрунтовний перегляд змісту викладання фізики з цією ж метою. Саме тоді вперше і започатковане викладання навчального матеріалу про фотоефект, будову атома та елементарні частинки. Від початку 60-х років до реформи змісту фізичної освіти 1967-72 р.р. зберігалась тенденція зі збільшення обсягу навчального матеріалу, підвищення наукового рівня викладання фізики, і квантової фізики зокрема. До середини 80-х років такий стан в цілому залишався незмінним і розвиток методичних ідей та концептуальних підходів зупинився на рівні 1967-72 р.р. З прийняттям національної концепції фізичної освіти за редакцією О.І.Бугайова, було обрано курс на світові тенденції в освіті. Відбувається зміщення акцентів у цілях навчання з формування знань на розвиток мислення (логічного мислення, фізичного стилю мислення тощо); починають переважати ідеї гуманізації, гуманітаризації, диференціації навчального процесу. До кінця 90-х років минулого століття поступово виникає нова парадигма освіти, яка продукує нові напрямки освітніх процесів. Головні серед них — відмова від формування суми знань, натомість методологічна переорієнтація з надання інформації на розвиток особистості учня [5]. Технократичний підхід відходить у минуле, а на заміну висувається гуманітарний аспект змісту фізичної освіти [4]. На початку XXI століття поступово виявилась ще одна особливість, що потребувала реалізації — необхідність озброєння школярів методологічними знаннями і вміннями, зокрема, оволодіння ними методами наукового пізнання, як практичними навичками. Одним з можливих шляхів вирішення цього завдання є компетентнісний підхід в навчанні.

Таким чином, проведений аналіз розвитку методики навчання квантової фізики у старшій школі, показав необхідність врахування ряду важливих компонентів, що мають бути відбиті у змісті відповідної методичної системи. До них належать:

- сучасні наукові погляди на поняття енергії і маси в рамках квантової теорії поля;
- особистісне спрямування змісту фізичної освіти;
- технологічність сучасних освітніх систем;
- реалізація компетентнісного підходу.

### *Список використаної літератури*

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теорет основы: Учеб пособие для студентов пед ин-тов по физ.-мат спец. - М.: Просвещение, 1981. – 288с.
2. Головки М.В. Історія вітчизняної фізики та астрономії в курсі фізики середньої загальноосвітньої школи : автореф. дис. . канд. пед. наук : 13.00.02 / М. В. Головки ;

- Нац пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. - Київ, 2000. - 20 с.
3. Гончаренко С.У. Фізика: Пробн навч посібник для 11-х кл ліцеїв і гімназій природничо-наукового профілю: Рекомендовано Міністерством освіти України. - К.: Освіта, 1995. - 448 с.
  4. Лук'янець В.С., Кравченко О.М., Озадовська Л.В. та ін. Науковий світогляд на зламі століть: Монографія — К.: Вид. ПАРАПАН, 2006. - 288 с.
  5. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. - К.: Генеза, 1996. - 128 с.
  6. М'якишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Фізика: Підруч для 11 кл серед шк. Затв. Держ ком СРСР по нар освіті. - К.: Рад. шк. 1991. - 272 с.
  7. Проект новых программ средней школы по физике и астрономии // Физика в школе. - 1967. - №1. - С.40-62.
  8. Сергеев А.В. Становление и развитие истории методики преподавания физики в средней школе как научная дисциплина: Автореф. дисс... д-ра пед наук: 13.00.02 / Росс гос пед ун-т им. А.И.Герцена. - Л., 1991.
  9. Сосницька Н.Л. Фізика як навчальний предмет у середній загальноосвітній школі України: історико-методологічні і дидактичні аспекти. - К.: НПУ імені М.П.Драгоманова. 2005. - 399 с.
  10. Шут М.І., Форостяна Н.П. Вибрані питання історії молекулярної фізики (XVIIIчатовк XX ст.). Навчальний посібник. - К.: «Шлях», 2003. - 152 с.

***Терещук С.И. Периодизация развития методики преподавания квантовой физики в старшей школе.***

*Изложены результаты анализа исторических аспектов развития методики преподавания квантовой физики в старшей школе. Представлена ее периодизация как разновидность классификации, которая с точки зрения формальной логики состоит в разбиении множества объектов на отдельные классы по следующим признакам: по развитию новых понятий в физической науке, по развитию двухступенчатой системы физического образования, по развитию основных идей, принципов и инноваций в методической науке. На основании такого подхода предложены структурные единицы новой методической системы изучения квантовой физики в старшей школе, учитывающей современные тенденции образовательных процессов.*

***Ключевые слова:*** *периодизация, квантовая физика, методическая система, профильная дифференциация.*

***Tereshchuk S.I. Periodization of methods of teaching of quantum physics in senior school.***

*Results of the analysis of historical aspects of development of a technique of teaching of quantum physics at the senior school are stated. Its periodization as a version of classification which from the point of view of formal logic consists in splitting of set of objects into separate classes to following signs is presented: on development of new concepts of a physical science, on development of two-level system of physical formation, on development of the basic ideas, principles and innovations in a methodical science. On the basis of such approach structural units of new methodical system of studying of quantum physics at the senior school considering modern lines of educational processes are offered.*

***Keywords:*** *periodization, quantum physics, methodical system, profile differentiation.*

## **ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ РОЗВИТКУ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ВМІНЬ З ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ**

*Стаття присвячена дослідженню основних критеріїв для виявлення рівня розвитку дослідницьких здібностей учнів під час навчання фізики з використанням інформаційно – комунікаційних технологій.*

**Ключові слова:** дослідницькі здібності, навчання фізики, інформаційно-комунікаційні технології, критерії оцінювання.

Стрімкі зміни – одна з ключових характеристик сучасного суспільства. Інтенсивне впровадження прогресивних інформаційних і комунікаційних технологій (ІКТ) у всі сфери життя зумовило безперервне вдосконалення людської діяльності, завдяки цьому різко зменшується час на втілення нових ідей, знань, технологій у життя.

Серед інноваційних методик і технологій дослідницька робота посідає одне з перших місць у формуванні особистості учня та підготовки до навчання у Вищих навчальних закладах. Важливим завданням учителя є підтримка науково - дослідницької діяльності учня із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій.

**Мета статті** полягає в обґрунтуванні впливу системи дослідницьких завдань у процесі навчання фізики із застосуванням інформаційно - комунікаційних технологій.

Застосування інформаційно - комунікаційних технологій у навчальному процесі, розвиток науково - методичної бази, створення навчального комп'ютерно орієнтованого середовища відбувалося за такими напрямками наукових досліджень: підготовку вчителя до застосування ІКТ розглядали В.М. Базурін, В.Ю. Биков, М.І. Жалдак, Т.І. Коваль, А.М. Коломієць, Н.В. Морзе, В.В. Олійник, С.А. Раков, Ю.С. Рамський, С.О. Семеріков, О. М. Спірін, Ю.В. Триус, С.М. Яшанова, інформатизація та комп'ютеризація навчального процесу у дослідженнях Н.С. Завізна, А.Ф.Манак, О.В. Співаковського, О.П. Тельчарової, Г.В. Шугайла, психологічні умови комп'ютерного навчання у працях Ю.І. Машбиця, Н.В. Тализіна, вивчення зарубіжного досвіду інформатизації освіти порушували І.І. Капустян, М.П. Лещенко, О.В. Овчарук.

Вперше теоретичні засади формування творчої особистості були описані Л. Виготським, Д. Ельконіним, Г. Костюком, В. Роменцом, С. Рубінштейном, С. Русовою, В. Сухомлинським, К. Ушинським та ін.

Розглянуто авторські методики формування творчих здібностей старшокласників у процесі пошуково-дослідницької діяльності в МАН України С. Білоус, Н. Поліхун, Л. Тихенко та ін. та поетапне написання учнями старшої школи дослідницької роботи у публікації М. Шута, В. Сергієнко, О. Дзедзинського.

Однак проблему розвитку дослідницьких здібностей учнів на уроках фізики у процесі навчання ІКТ вивчено недостатньо. Таким чином, виникли суперечності між



об'єктивними потребами суспільства й існуючими підходам щодо забезпечення необхідного рівня розвитку дослідницьких здібностей учнів з фізики. Необхідність розв'язання зазначених суперечностей обумовлює актуальність даної статті.

Під час проведення константувального експерименту і виявлення рівня дослідницьких здібностей учнів використовувались такі критерії:

- мотиваційний;
- практичний;
- інтерактивний;
- пізнавальної самостійності;
- науково - дослідницький.

Мотиваційний критерій до дослідницької діяльності визначається такими показниками:

- бажання проводити досліди, експерименти, лабораторні роботи, фізичні практикуми, домашні практичні роботи;
- потреба в дослідницькій самореалізації особистості;
- потреба в самовдосконаленні;
- потреба до постійного та неперервного навчання засобами ІКТ.

Типовим критерієм слід користуватись на уроках вивчення нового навчального матеріалу (табл.1).

Таблиця 1

### Показники рівня розвитку за мотиваційним критерієм

#### Показники рівня розвитку

I	II	III	IV
- рідко виявляє бажання виконувати експеримент на уроці;	- виявляє епізодичне бажання виконувати експеримент на уроці;	- стійке бажання виконувати експеримент на уроці;	- стійке бажання проводити експеримент, здійснювати обробку результатів, робити висновки;
- виявляє потребу здійснювати експеримент у домашніх умовах, але вона зумовлена зовнішніми мотивами;	- відчуває потребу здійснювати практичну роботу в домашніх умовах, але вона зумовлена швидше зовнішніми мотивами, ніж внутрішніми;	- виявляє потребу здійснювати експеримент у домашніх умовах, що зумовлена внутрішніми мотивами;	- виявляє потребу здійснювати експеримент у домашніх умовах із застосуванням додаткових ІКТ;
- не відчуває потреби до постійного самовдосконалення та самонавчання;	- слабо виражена потреба до самовдосконалення та самонавчання;	- присутня явна потреба у самовдосконаленні та самонавчанні;	- присутня стійка потреба у самовдосконаленні, самонавчанні;
- виявляє цікавість до розв'язування нескладних дослідницьких завдань;	- слабо розвинений інтерес до дослідницької діяльності;	- виражений інтерес до дослідницьких завдань;	- стійкий інтерес до розв'язування дослідницьких завдань, найчастіше без помилок;
- епізодично виявляє бажання до застосування засобів	- існує інтерес до розв'язування дослідницьких	- застосовує переважно внутрішню мотивацію дослідницької	- розглядає ІКТ як

<p>КТ у отриманні нових знань; - виявляє поверхневу мотивацію дослідницької діяльності.</p>	<p>завдань, але найчастіше припускається помилок; - відчуває потребу до поглиблення знань у галузі ІКТ; - застосовує переважно зовнішню мотивацію до дослідницької діяльності.</p>	<p>діяльності.</p>	<p>засіб здійснення дослідницької діяльності; - присутня внутрішня мотивація дослідницької діяльності.</p>
---	--	--------------------	--

Практичний критерій означає рівень виконання віртуальних лабораторних робіт, розв'язування задач, системами тренажерів, або тестування, виконання мультимедійних презентацій розглянемо детально кожен із складових цих критеріїв (табл. 2, 3, 4).

Таблиця 2

**Показники рівня розвитку під час виконання  
віртуальної лабораторної роботи**

**Показники рівня розвитку**

I	II	III	IV
<p>- виконує віртуальну лабораторну роботу з підказками вчителя або звертається до системних підказок; - самостійно обирає надане системою обладнання, виконує ними експеримент; - робить помилки в одиницях вимірювання та математичних обчисленнях; - відповідає на 30% запитань для самоконтролю.</p>	<p>- виконує віртуальну лабораторну роботу використовуючи підказки системи; - обирає обладнання, визначає характеристики засобів вимірювання, виконує вимірювання без помилок; - виконує обчислення без автоматичного математичного апарату системи; - безпомилково розраховує одиниці вимірювання, припускається помилок в обчисленні похибки; - відповідає на 50 % завдань для самоперевірки.</p>	<p>- виконує лабораторну роботу без системних підказок; - обирає обладнання, виконує вимірювання; - використовує додаткове обладнання і складає власний план експерименту; - виконує перевірку одиниць вимірювання, безпомилково обчислює похибку вимірювання; - відповідає на 70 % запитань для самоконтролю.</p>	<p>- виконує лабораторну роботу без системних підказок; - обирає обладнання для проведення власного експерименту та перевіряє його на практиці, описує результати вимірювання, обробляє дані; - відповідає на 90 – 100% завдань безпомилково; - виконує домашній експеримент: розробляє поетапне планування експерименту, обробляє дані.</p>

Таблиця 3

**Критерії рівня розвитку під час розв'язування задач електронними засобами  
навчання**

**Показники рівня розвитку**

I	II	III	IV
<ul style="list-style-type: none"> <li>- виконує задачі першого рівня без помилок;</li> <li>- формулює основні фізичні поняття;</li> <li>- застосовує одну формулу для розв'язування задач;</li> <li>- припускається помилки у завданнях вищих рівнів, неодноразово звертаючись до системних підказок;</li> <li>- робить математичну обробку даних та перевірку одиниць вимірювання з помилками.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- виконує завдання другого рівня без помилок;</li> <li>- формулює основні фізичні поняття, наводить приклади їх застосування;</li> <li>- робить помилки у завданнях вищих рівнів;</li> <li>- застосовує не більше двох формул для розв'язування задач;</li> <li>- безпомилково робить математичну обробку даних та одиниць вимірювання.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- виконує завдання третього рівня без помилок;</li> <li>- використовує фізичні поняття для пояснення складних фізичних процесів;</li> <li>- застосовує три і більше формули як фізичні, так і математичні у розв'язування задач;</li> <li>- робить помилки у завданнях четвертого рівня, звертаючись до системних підказок.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- виконує практично без помилок завдання четвертого рівня;</li> <li>- використовує таку кількість формул, що відповідають постановці задачі;</li> <li>- використовує фізичні поняття у дослідницьких задачах із власним розв'язком;</li> <li>- опановує творчі, технічні, конструкторські, винахідницькі задачі.</li> </ul>

Таблиця 4

**Показники рівня розвитку під час виконання  
мультимедійної презентації**

**Показники рівня розвитку**

I	II	III	IV
<ul style="list-style-type: none"> <li>- наявність презентації;</li> <li>- постановка проблеми дослідження учителем;</li> <li>- розкриття проблеми на 30%;</li> <li>- надмірне оформлення текстом;</li> <li>- додавання до тексту супроводжуючих картинок.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- постановка проблеми дослідження учителем;</li> <li>- розкриття проблеми на 50%;</li> <li>- чітко впорядкований текст (максимум 4 – 6 рядків на слайді);</li> <li>- додавання до тексту супроводжуючих картинок, анімацій;</li> <li>- наведений висновок дослідження.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- самостійна постановка проблеми дослідження під керівництвом вчителя;</li> <li>- додавання до тексту супроводжуючих картинок, анімацій, відео сюжетів, схем, таблиць, діаграм;</li> <li>- чітко впорядкований текст (максимум 4 – 6 рядків на слайді);</li> <li>- наведений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- самостійна постановка проблеми дослідження;</li> <li>- план рішення проблеми дослідження;</li> <li>- додавання елементів візуального сприйняття;</li> <li>- чітко впорядкований текст (максимум 4 – 6 рядків на слайді);</li> <li>- наведений висновок</li> </ul>

висновок  
дослідження;  
- посилання на  
літературні та  
мережеві джерела.

дослідження;  
- визначено наукові  
напрямки  
вирішення даної  
проблеми;  
- вказано посилання  
на літературні та  
мережеві джерела.

Інтерактивний критерій означає рівень виконання групової науково -дослідницької діяльності (табл. 5).

Таблиця 5

### Показники рівня розвитку за інтерактивним критерієм

#### Показники рівня розвитку

I	II	III	IV
<ul style="list-style-type: none"> <li>- частково усвідомлює участь у спільній роботі;</li> <li>- частково розвинені навички спілкування і взаємодії в малій групі;</li> <li>- частково аналізує відповіді товаришів;</li> <li>- сприймає моральні правила та норми спільної діяльності.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- усвідомлює участь у спільній роботі;</li> <li>- розвинені навички спілкування і взаємодії в малій групі;</li> <li>- аналізує відповіді товаришів;</li> <li>- робить висновки поставленої проблеми на асоціативному рівні.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- колективно працює у групі;</li> <li>- самостійно приймає рішення;</li> <li>- конструктивно мислить;</li> <li>- робить висновки з поставленої проблеми;</li> <li>- планує подальші дії з поставленої проблеми.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- застосовує досвід демократичного співробітництва;</li> <li>- виявляє лідерські позиції серед учасників;</li> <li>- конструктивно мислить;</li> <li>- робить висновки з поставленої проблеми;</li> <li>- стратегічно планує подальші дії реалізації поставлених проблем виявлених у малій групі;</li> <li>- вболіває за колективний успіх.</li> </ul>

Пізнавальна самостійність означає рівень організації самостійної пізнавальної діяльності учня. За критерієм «пізнавальна самостійність» визначними є такі показники: самостійна організація пізнавальної діяльності, самостійне керування власною діяльністю, здатність до опанування нових ІКТ засобів дослідницької діяльності. Таким критерієм слід користуватись під час самостійної діяльності в урочній та позаурочній роботі. Показники рівня розвитку дослідницьких умінь наведені за цим критерієм у таблиці 6.

Таблиця 6

### Показники рівня розвитку за критерієм самостійної пізнавальності

#### Показники рівня розвитку

I	II	III	IV
<ul style="list-style-type: none"> <li>- включається в процес дослідження переважно під</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- визначає мету дослідження під керівництвом</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- самостійне опрацювання додаткових джерел;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- приступає до дослідження;</li> <li>- виконує</li> </ul>

<p>керівництвом учителя; - потребує допомоги від учителя у процесі дослідження; - виконує дії переважно шаблонно; - потребує допомоги від учителя для спрямування своєї дослідницької діяльності; - орієнтується у електронних бібліотеках, довідниках, енциклопедіях.</p>	<p>учителя; - розробляє план роботи з допомогою вчителя; - виконує дослідження як самостійно, так і за допомогою вчителя; - засвоює основні прийоми роботи в середовищі програмного засобу; - вміє фіксувати інформацію у логічний ланцюжок; - опрацьовує засоби візуального сприйняття.</p>	<p>- виписує основні складові проблемного питання які необхідно опанувати у процесі написання науково - дослідницької роботи; - розроблює самостійний план опрацювання додаткових літературних джерел; - виділяє найбільш значущу інформацію із електронних джерел; - самостійно формулює мету дослідження; - виконує дослідження самостійно, використовуючи мінімальні підказки вчителя; - самостійно аналізує проміжні результати</p>	<p>дослідження; - складає план дослідження; - у процесі дослідження самостійно коригує процедуру дослідження в потрібному напрямі; - самостійно визначає послідовність дій; - змінює послідовність дій залежно від результатів; - спрямовує свою діяльність на здобуття нових знань і вмінь; - самостійно засвоює прийоми роботи в середовищі засобів ІКТ.</p>
--	--	---	--

За науково - дослідницьким критерієм визначено такі індикатори: правильність виконання науково - дослідницької роботи, оригінальністю сценарію дослідження, раціональністю використання засобів ІКТ у дослідницькій діяльності; показники рівня розвитку наведено у табл. 7. Такого роду критерій слід використовувати на узагальнюючих уроках як в урочній, так і позаурочній діяльності.

Таблиця 7

### Показники рівня розвитку за науково – дослідницьким критерієм

#### Показники рівня розвитку

I	II	III	IV
<p>- правильно пише 20 – 40 % науково- дослідницької роботи; - виконує дослідження за шаблоном; - використовує ІКТ</p>	<p>- правильно пише 40 – 60 % науково- дослідницької роботи; - здійснює дослідження за аналогією або за зразком;</p>	<p>- правильно пише 60 – 80 % науково- дослідницької роботи; - аналізує літературні джерела поверхнево;</p>	<p>- правильно пише не менш як 80 % науково- дослідницької роботи; - дослідницьку діяльність здійснює за власним розробленим планом; - аналізує літературні</p>

<p>у дослідницькій діяльності нерационально і неефективно, відволікаючись на сторонні інформаційні ресурси.</p>	<p>- аналізує літературні джерела; - неправильно визначає суттєві ознаки явищ і процесів - у процесі експерименту фіксує проміжні результати, але не обробляє їх; - невірно аналізує результати дослідження; - робить невірні висновки з проведеного дослідження; - робить помилки у графіках, таблицях і діаграмах; - використовує засоби ІКТ нерационально й епізодично.</p>	<p>- визначає суттєві ознаки процесів і явищ; - під час експерименту фіксує проміжні результати, але в обчисленнях присутні помилки; - робить помилки у висновках; - рационально використовує засоби ІКТ.</p>	<p>джерела; - визначає суттєві ознаки процесів, явищ і порівнює їх; - аналізує результати дослідження; - робить висновки з проведеного дослідження; - планує результати дослідження в наочному вигляді, розроблює макети, фізичні прилади, установки та перевіряє результат експериментальним методом на власних розробках з підтримкою шкільної або експериментальної лабораторії ВНЗ; - рационально використовує засоби ІКТ у дослідницькій діяльності.</p>
---	--	---	---

Кожен показник рівня розвитку оцінюється в 3 бали, всього – 12 балів.

Для діагностування учнів до дослідницької діяльності була використана експертна оцінка. Загальний рівень розвитку дослідницьких умінь визначався за формулою:

$$K = \frac{K_{1cc} + K_{2.1cp} + K_{2.2cp} + K_{2.3cp} + K_{3cp} + K_{4cp} + K_{5cp}}{7}, \text{ де}$$

$K$  – середній бал загального рівня розвитку дослідницьких умінь;

$K_{1cp}$  – середній бал за мотиваційним критерієм

$K_{2.1cp}$  – середній бал за практичним критерієм (віртуальної лабораторної роботи);

$K_{2.2cp}$  – середній бал за практичним критерієм (розв'язування задач електронними системами);

$K_{2.3cp}$  – середній бал за практичним критерієм (мультимедійна презентація);

$K_{3cp}$  – середній бал інтерактивного критерію

«пізнавальна самостійність»;

$K_{4cp}$  – середній бал за критерієм «пізнавальна самостійність»;

$K_{5cp}$  – середній бал за науково - дослідницьким критерієм.

Загальний рівень розвитку дослідницьких вмінь визначено згідно вимог оцінювання учнів у загальноосвітніх навчальних закладів передбачених Державним стандартом повної середньої освіти (табл. 8). Склад контрольних та експериментальних груп наведений у таблиці 9.

Таблиця 8

## Оцінювання показників розвитку

<b>Кількість балів</b>	<b>Рівень</b>
1 – 3	Низький
4 – 6	Достатній
7 – 9	Середній
10 – 12	Високий

Таблиця 9

## Перелік контрольних та експериментальних груп

Експериментальні групи			Контрольні групи		
Назва навчального закладу	Клас	Кількість учнів	Назва навчального закладу	Клас	Кількість учнів
НВК «Домінанта»	7 – А	17	НВК «Домінанта»	7 – Б	32
НВК «Домінанта»	8 – А	30	НВК «Домінанта»	8 – Б	32
НВК «Домінанта»	9 – А	28	НВК «Домінанта»	9 – Б	31
НВК «Домінанта»	7 - В	31	НВК «Домінанта»	7 - Г	30
сзш № 201	7 – А	12	сзш № 201	7 – Б	31
сзш № 201	8 – А	14	сзш № 201	8 – Б	30
сзш № 201	9 – А	14	сзш № 201	9 – Б	30
Мала академія наук	9	10			

Загальна кількість учнів у контрольних групах – 223, у експериментальних групах – 156. На основі експертного оцінювання рівня розвитку дослідницьких вмінь встановлено, що серед учнів контрольної та експериментальної груп виявлено тих, хто має: високий рівень розвитку дослідницьких здібностей контрольна група (далі КГ) – 30,77 %, експериментальна група (далі ЕГ) – 19,73 %; середній рівень виявлено в КГ – 35,89 %, ЕГ – 48,87 %; достатній рівень виявлено в КГ – 26,92 %, ЕГ – 25,11 %; низький рівень виявлено в КГ – 7,69 %, ЕГ – 6,27 % (рис. 1).

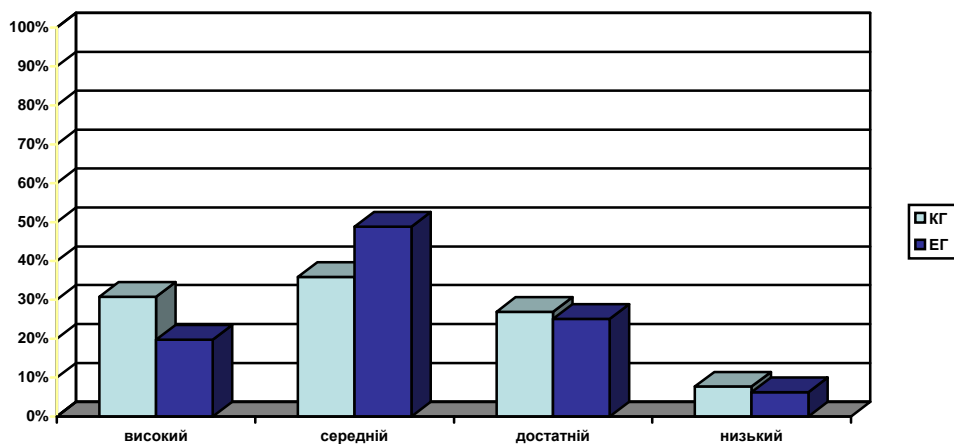


Рис. 1. Експертна оцінювання рівня розвитку дослідницьких здібностей

З метою встановлення, чи є відмінності значущими, проведено статичну обробку результатів констатуючого експерименту за критерієм Пірсона. З'ясовано частоту розподілу значень рівня розвитку дослідницьких здібностей учнів контрольної та експериментальної груп (рис. 2), після чого результати обчислень були зведені до табл. 10, розроблену на основі методики А.А. Киверялга.

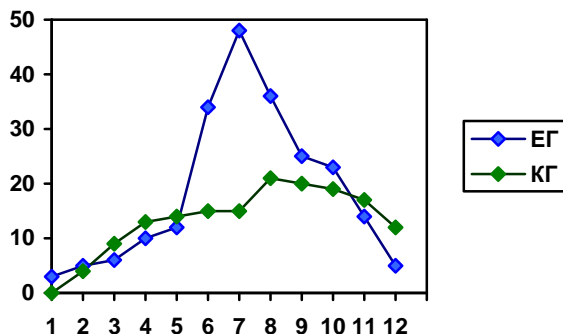


Рис. 2 Частота розподілу відмінностей у групах

Таблиця 10

**Статистична обробка обчислень констатуючого експерименту**

Інтервал	$f_K$	$f_E$	$f_K, \%$	$f_E, \%$	$\Delta$	$\Delta^2$	$\frac{\Delta^2}{f_K}$
1...3	14	12	6,2780	7,6923	-1,4143	2,0002	0,2600
4...6	56	42	25,1121	26,9234	-1,8113	3,2808	0,1218
7...9	109	56	48,8789	35,8974	12,9815	168,5193	4,6944
10...12	44	48	19,7309	30,77	-11,0391	121,8617	3,9604
						$\chi^2 =$	9,03

Критичне значення критерію Пірсона для 4 ступенів свободи дорівнює 7,81. Так як знайдене нами при обчисленні  $\chi^2 = 9,03$  ( $7,81 < 9,03 < 11,3$ ), то вибірки подібні між собою, тому результати є достовірними.

У результаті обробки даних констатуючого експерименту встановлено:

- серед учнів контрольних і експериментальних класів виявлено найбільш виражені дослідницькі здібності середнього рівня, що свідчить, що учні від природи вельми здібні та найбільш виражені в учнів 7, 8 та 9 класів, що не скажеш про учнів 10 і 11 класів;
- помітний високий рівень розвитку у контрольних групах, він більший ніж у експериментальних групах;
- слабо виражений низький рівень дослідницьких здібностей, що свідчить про зацікавленість дітей щодо власного розвитку під час використання ІКТ у навчанні;
- високий рівень розвитку дослідницьких здібностей характерний для більшості учнів контрольної (30,7 %) і експериментальної груп (19,7 %), середній рівень – контрольної групи (35,8%), експериментальної групи (48,9 %), дослідницькі здібності розвинуті на



достатньому рівні у 26,9 % учнів експериментальних груп і 25,11 % учнів контрольних груп, а на низькому рівні у 7,6 % учнів експериментальних груп і 6,3 % учнів контрольних груп.

#### *Оцінювання результатів педагогічного експерименту*

Формувальний етап експерименту проведено протягом 2011 – 2013 рр. Мета цього експерименту полягала у науковому обґрунтуванні педагогічної моделі розвитку дослідницьких умінь учнів з фізики засобами ІКТ, реалізації розробленої моделі розвитку дослідницьких умінь у процесі навчання ІКТ, розробці системи використання засобів ІКТ у навчальному процесі для успішного розвитку дослідницьких умінь у учнів з фізики.

Для реалізації даної мети виконані такі етапи робіт:

- уточнено дослідницькі здібності, які необхідно розвивати в учнів в урочні та позаурочній діяльності за мотиваційним, практичним, інтерактивним, «пізнавальної самостійності» та науково - дослідницьким критеріями;
- визначено найбільш значущі засоби ІКТ в урочній та позаурочній роботі;
- розроблено навчальні програми з фізики до урочної та позаурочної роботи;
- розроблено методичні рекомендації до написання науково - дослідницької роботи;
- проаналізовано ефективність розробки і впровадження моделі розвитку дослідницьких здібностей учнів з фізики у процесі навчання ІКТ.

Завдання експерименту полягали:

- обґрунтуванні та апробації окремих компонентів педагогічної моделі розвитку дослідницьких здібностей учнів з фізики у процесі навчання засобами ІКТ;
- розробці та діагностиці досягнутих учнем рівнів дослідницьких здібностей;
- проведенні кількісного та якісного аналізу одержаних результатів.

На формувальному етапі експерименту в експериментальній групі були проведені заняття за найбільш значущими засобами ІКТ в урочній та позаурочній діяльності.

Заняття заплановані і проведені у першому півріччі навчального року мали такий розподіл за кількістю годин.

Таблиця 11

#### **Погодинний розподіл навчальних занять**

<b>Клас</b>	<b>Урочна робота, год</b>	<b>Позаурочна робота, год</b>
<b>7</b>	12	6
<b>8</b>	35	18
<b>9</b>	35	18
<b>МАН</b>		35

Кожен учень експериментальної групи виконував завдання мотиваційного, практичного, інтерактивного та «пізнавальної самостійності» критеріїв протягом зазначених годин урочної роботи та за науково - дослідницьким критерієм опрацьовано завдання у позаурочній роботі.

З метою визначення вихідного рівня дослідницьких здібностей на контрольному етапі експерименту була проведена експертна оцінка рівня розвитку дослідницьких здібностей учнів з фізики.

На формульованому етапі експерименту:

- проведено діагностику рівня розвитку дослідницьких здібностей учнів у контрольній та експериментальній групах;
- розроблено критеріальну методику оцінювання рівня розвитку дослідницьких здібностей учнів у контрольній та експериментальній групах;
- виконано порівняння контрольних та експериментальних груп за рівнем розвитку дослідницьких здібностей;
- проаналізовано результати експерименту;
- сформульовано висновки проведеного експерименту;
- розроблено рекомендації щодо розвитку дослідницьких здібностей в учнів в процесі навчання ІКТ.

На формульовано - узагальнюючому етапі застосовувались ті ж самі критерії і показники рівня розвитку дослідницьких здібностей, що й на константувальному етапі експерименту. Згідно проведеного аналізу результатів формульованого етапу експерименту визначено, що рівень розвитку дослідницьких здібностей в учнів експериментальної групи зріс, а у студентів контрольної групи залишився незмінним (рис. 3) Високий рівень розвитку дослідницьких здібностей виявили учні контрольної групи – 30,8 %, експериментальної групи – 50,7 %, середній рівень розвитку виявили учні контрольної групи – 35,9 %, експериментальної групи – 24,22 %, достатній рівень розвитку виявили учні контрольної групи – 26,9 %, експериментальної групи – 20,6 %, низький рівень розвитку виявили учні контрольної групи – 7,7 %, експериментальної групи – 4,5 %.

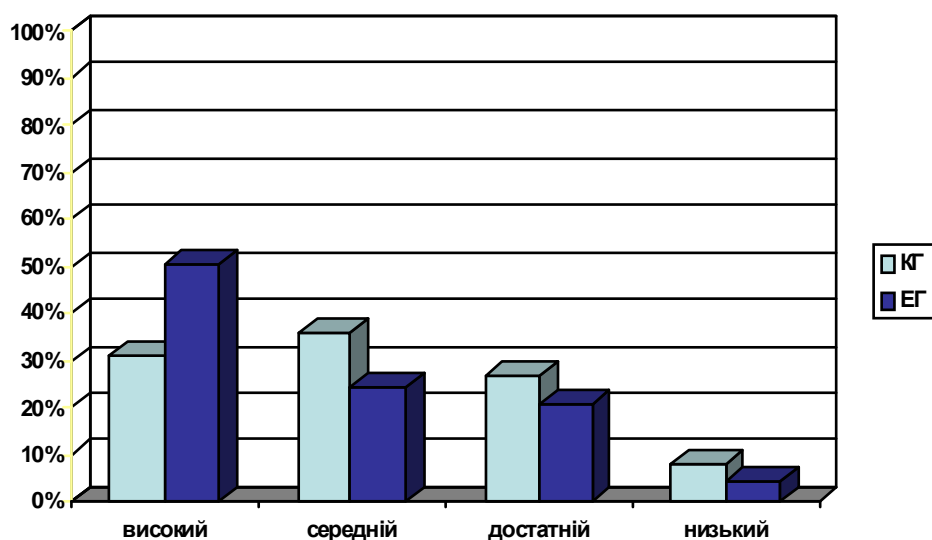


Рис. 3 Оцінювання рівня розвитку дослідницьких здібностей

З метою встановлення, чи є відмінності рівнів розвитку дослідницьких здібностей в учнів контрольної та експериментальної груп значущими було обчислено частоти розподілу

(рис. 4) і виконана статична обробка результатів контрольного етапу експерименту за критерієм Пірсона (табл. 12).

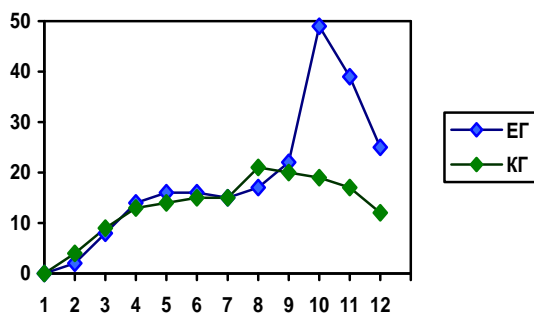


Рис. 4 Частота розподілу відмінностей у групах

Таблиця 12

**Статистична обробка результатів обчислень на формуючому етапі експерименту**

Інтервал	$f_K$	$f_E$	$f_K, \%$	$f_E, \%$	$\Delta$	$\Delta^2$	$\frac{\Delta^2}{f_K}$
1...3	10	12	4,4843	7,6923	-3,208	10,2912	1,3379
4...6	46	42	20,6278	26,9234	-6,2956	39,6346	1,4721
7...9	54	56	24,2152	35,8974	-11,6822	136,4738	3,8017
10...12	113	48	50,6726	30,77	-19,9026	396,1135	12,8734
						$\chi^2 =$	19,4851

Табличне значення критерію Пірсона залишається незмінним – 9,49. Експериментальне значення  $\chi^2 = 19,4851$ , що вдвічі більше від табличного, отже відмінності у рівні розвитку дослідницьких здібностей учнів експериментальних груп вищий, ніж учнів контрольних груп, згідно критерію Пірсона ці відмінності є значущими ( $7,81 < 11,3 < 19,49$ ), що доводить ефективність розробленої системи формування дослідницьких здібностей із застосуванням засобів ІКТ.

Отже, можна зробити такі **висновки**:

1. Доцільно залучати учнів до дослідницької діяльності застосуванням ІКТ з 7 класу.
2. Доцільно використовувати різнорівневі науково - дослідницькі завдання з фізики, що сприяють зростанню рівня розвитку дослідницьких здібностей в учнів. Слід ввести елементи дослідницької діяльності в зміст урочної та позаурочної роботи до таких видів: лабораторних і практичних занять, індивідуальної, інтерактивної та самостійної роботи учнів.
3. Встановлено, що традиційні ІКТ засоби навчання використовуються учнями переважно для пошуку інформації.

4. Розроблено методику оцінювання рівня розвитку дослідницьких здібностей учнів. Показано, що вона повинна спиратися на критерії, які враховують усі аспекти дослідницької діяльності: мотиваційної, практичної, інтерактивної, науково – дослідницької, пізнавальної самостійності.

5. Встановлено, що на формуючому етапі педагогічного експерименту рівень дослідницьких здібностей в учнів у контрольній групі був вищим, ніж у експериментальній групі.

6. Незважаючи на те що, на формуючому етапі педагогічного експерименту, рівень дослідницьких здібностей в учнів у контрольній групі був вищим, ніж у експериментальній групі, на контрольному етапі педагогічного експерименту виявлено, що рівень дослідницьких здібностей учнів з експериментальної групи зріс вдвічі, та значно перевищує рівень дослідницьких здібностей учнів у контрольній групі. Розподіл середнього і достатнього рівнів дослідницьких здібностей учнів відбувся майже порівну. Найменша кількість учнів з низьким рівнем дослідницьких здібностей спостерігалась у експериментальній групі. Порівняльний аналіз даних експерименту підтверджує ефективність розробленої методики навчання для розвитку дослідницьких здібностей із застосуванням засобів ІКТ.

### *Список використаної літератури*

1. Базурін В.М. Вибір програмних засобів для створення моделей фізичних процесів і явищ /В.М. Базурін// Теорія і методика навчання математики, фізики, інформатики: зб. наук. пр. – Кривий Ріг: Видав. Відділ НМет АУ, 2011. – Вип. ІХ. – с.225 – 230.
2. Благодаренко Л. Ю. «Методологічний підхід до формування фізичних понять в учнів основної школи» /Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова// Серія №3. Фізика і математика у вищій та середній школі: Зб. Наукових праць – К.:НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. - № 6. – 224 с.
3. Жалдак М.І.Оцінювання якості програмних засобів навчального призначення для загальноосвітніх навчальних закладів: монографія/ Жалдак М.І. Шишкіна М.П., Лапінський В.В., Скрипка К.І. та ін; за наук. Ред.. проф. М.І. Жалдака – К.: Педагогічна думка, 2012 р. – с.132
4. Морзе Н. В. Концепція навчання учнів загальноосвітніх навчальних закладів// Н. Морзе, Г. Проценко//Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах № 1, 2012, с.8 – 23.
5. Хован І.В. "Методика формування інноваційного підходу до розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах"К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. - №6.- с. 224
6. Хован І.В., Яншина Т.А. «Науково – освітні мережі в Інтернеті як освітнє середовище для обдарованих дітей і підлітків// Інноваційні підходи до діагностики обдарованості: світовий досвід: матеріали міжнародного конгресу, м. Київ, 19 – 20 червня 2013 р. – К.: Інститут обдарованої дитини, 2013. – 206 с.

7. Шут М. Комп'ютерно-орієнтоване навчальне середовище та вимоги до його реалізації Друк. фахов. (у співавт.) // Наукові записки .-Випуск 77.- Серія: Педагогічні науки. - Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. - 2008. - Частина 1. – С.79-85. 0,58/0,3
8. Шут М. І. Науково – дослідна робота з фізики у середніх та вищих навчальних закладах: Навчальний посібник / Шут М. І., Сергієнко В. П. – Київ: Шкільний світ, 2004. – 128 с.

***Хован И.В. Определение уровня развития исследовательских умений по использованию информационно-коммуникационных технологий и оценка результатов педагогического эксперимента.***

*Статья посвящена исследованию основных критериев для определения уровня развития исследовательских способностей учащихся при обучении физике с использованием информационно-коммуникационных технологий.*

***Ключевые слова:*** исследовательские способности, обучение физике, информационно-коммуникационные технологии, критерии оценивания.

***Hovan I.V. Determining the level of development of research skills in the use of information-communication technologies and estimation of results of pedagogical experiment.***

*The article is devoted to investigation of the main criteria of determination of the level of development of research capabilities of students during studying physics with using of information and communication technologies.*

***Keywords:*** research skills, teaching physics, information and communication technologies, estimation criteria.

## ГУМАНІТАРНІ СКЛАДОВІ УРОКІВ ФІЗИКИ В РОЗДІЛІ «ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ ТА СТРУМ»

*У роботі розглянуто застосування гуманітарних складових на уроках фізики в старшій школі на прикладі уроку з теми «Електричне поле та його характеристики». Під поняттям «гуманітарна складова» мається на увазі ті форми навчання фізики, до яких учні гуманітарних класів звикли на фахових предметах: розповіді, історичні опуси, казки, кросворди, твори, тощо. Такий підхід дає змогу вчителю на психологічному рівні спілкуватися з учнем на зрозумілій йому мові, що призводить до підвищення мотивації учня до вивчення фізики та до пізнання в цілому.*

**Ключові слова:** гуманітарна складова фізики, мотивація, історичний опус, діяльнісний підхід.

На підвищення ефективності викладання фізики в класах гуманітарного профілю позитивно впливає низка певних факторів. До таких факторів відносяться: підвищення мотивації учнів, донесення до їх розуміння світоглядної функції вивчення фізики, застосування діяльнісного підходу до навчання для стимулювання практичного мислення і прийому інформативного аналізу для стимулювання творчого мислення, організація систематизованої самостійної (в першу чергу позашкільної) роботи, застосування мнемонічних методик для вивчення фізичних формул, навчання розв'язанню стандартних задач, залучання учнів до проведення фізичних демонстрацій, заохочення до подальшого саморозвитку із можливістю прийняття ідеї навчання впродовж життя.

Врахування психологічних особливостей учнів гуманітарних класів, вимагає унаочнення навчального матеріалу (зокрема, фізичних явищ, про які йдеться), його добре структурування (таким чином, щоб структуру можливо було б сприймати на слух), використання певних фразеологічних побудов при викладанні, залучання учнів до дискусій, наведення яскравих історичних прикладів, уривків з художньої літератури, перегляд уривків фільмів та мультфільмів. Крім того, доцільно створювати для учнів умови творчої самореалізації, залучати їх до проведення фізичних демонстрацій, створення презентацій, проведення виступів на уроках тощо. Сам вчитель повинен скеровувати навчальну діяльність класу таким чином, щоб допомогти учням у самореалізації, періодичній зміні виду їхньої діяльності та мотивуванні цієї діяльності.

Виходячи з цього можна запропонувати певні шляхи підвищення ефективності методики викладання фізики учням гуманітарних класів старшої школи.

Для реалізації вказаних шляхів пропонується викладання адаптованого лекційного матеріалу, наведення таких прикладів задач, які здатні зацікавити слухачів, проведення видовищних демонстрацій (у тому числі віртуальних, тобто із застосуванням комп'ютерних

мультимедійних засобів), написання фізичних творів та рефератів, проведення екскурсій до науково-дослідних інститутів і наукомістких підприємств.

Розглянемо більш детально такі шляхи підвищення ефективності викладання фізики в класах гуманітарного профілю.

Як вже зазначалося, відсутність інтересу учнів до вивчення фізики зумовлена відсутністю в них *мотивації*, оскільки учні гуманітарних класів не передбачають використання знань із цієї дисципліни в майбутньому. Задача вчителя довести до свідомості учня, що цілісне світосприйняття культурної людини, яка одержала повну середню освіту, передбачає розуміння явищ навколишнього світу і законів, яким вони підпорядковані. Вчитель повинен застосувати методику викладання таким чином, щоб сформувати цілісну фізичну картину оточуючого світу з врахуванням міжпредметних зв'язків. Дослідження С.О. Богомаза [2], С.А. Ізюмової [6], І.С. Якиманської [8] та інших показують, що учні, які обирають гуманітарний напрям навчання, частіше за все мають конкретно-образний тип мислення, орієнтований на чуттєву, емоційну оцінку оточуючого середовища. Ці учні складно сприймають на слух таку інформацію, яка стосується природничих наук, особливо абстрактний матеріал.

Як видно з аналізу робіт Т.Л.Белугіної [1], Ю.М.Галатюка [3], В.М.Дедовича [4], О.В.Єфременкової [5], О.Федчишин [7] та інших, одним з ефективних засобів підвищення мотивації до вивчення предмету є активізація пізнавальної діяльності учнів.

Програма з фізики для 10-11 класів філологічного, суспільно-гуманітарного, художньо-естетичного профілю має загальнокультурну орієнтацію. Її пропонують учням, які схильні розглядати фізику як елемент загальної освіти і не передбачають її використання у своїй майбутній діяльності. Викладання цього курсу повинно вирізнятися не лише наочним поданням матеріалу, а й домінуючою пізнавальною діяльністю учнів. Основою методики викладання при цьому є *світоглядна функція вивчення фізики*, а тому під час викладання й організації навчально-виховної роботи увагу учнів необхідно зосередити на розкритті загальнонаукового і філософського змісту фізичних понять і теорій, широко використовувати міжпредметні зв'язки з метою інтеграції природничо-наукових знань, а також образні і модельні уявлення, залучати спрощений математичний апарат, порівняно із методикою викладання фізики у випадку природничих класів.

Для учнів гуманітарних класів можна рекомендувати *прийом інформаційного аналізу* при викладанні, тобто необхідно йти від простого до складного і на кожному етапі повинна бути система таких питань, щоб діти не просто сприймали інформацію, а й одразу аналізували її. В якості прикладу розглянемо розділ «Електричне поле та струм». За програмою стандарт на цю тему відведено 10 годин. Потрібно розглянути наступні питання, для того, щоб діти дістали потрібних знань і навичок.

**Таблиця 1.** Розділ 1. Електричне поле та струм.

К- ть	Зміст навчального матеріалу	Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів
1	Електричне поле. Напруженість і потенціал електричного поля. Речовина в електричному полі.	<b>Учень:</b> називає основні етапи становлення вчення про електрику і магнетизм, його творців, <i>може характеризувати</i> напруженість і потенціал електричного поля як фізичні величини;
1	Електроємність. Конденсатори та їх використання в техніці. Енергія електричного поля.	<b>Учень:</b> <i>може характеризувати</i> електроємність як фізичну величину, <i>учень наводить приклади</i> практичних застосувань електричних конденсаторів;
3	Електричний струм. Електричне коло. Джерела і споживачі електричного струму. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола. Робота та потужність електричного струму. Міри та засоби безпеки під час роботи з електричними пристроями.	Учень: називає основні елементи електричного кола, <i>наводить приклади</i> практичних застосувань реостатів, дільників напруги, <i>розрізняє</i> ЕРС і напругу, формулює закон Ома для повного кола та записує його формулу; <i>може характеризувати</i> ЕРС джерела струму як фізичну величину; <i>може пояснити</i> принцип дії джерела електричного струму, Учень: називає допустимі норми безпечної життєдіяльності людини при роботі з електричними пристроями;
2	Електричний струм у різних середовищах (металах, рідинах, газах) та його використання. Електропровідність напівпровідників. Власна і домішкова провідності напівпровідників. Напівпровідниковий діод. Застосування напівпровідникових приладів. Вплив електричного поля на живі організми.	Учень: називає носії електричного струму в різних провідниках, <i>наводить приклади</i> напівпровідникових приладів та їх застосувань у побуті й техніці; <i>розрізняє</i> види електропровідності напівпровідників; <i>може описати</i> механізм електропровідності металів і напівпровідників <i>p</i> - і <i>n</i> -типу, <i>p-n</i> -переходу, <i>обґрунтовувати</i> вплив електричного поля на живі організми; <i>пояснити</i> принцип дії напівпровідникового діода; <i>порівняти</i> вольт-амперні характеристики резистора і напівпровідникового діода;



2	<p><i>Лабораторні роботи</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму.</li> <li>2. Дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом.</li> </ol> <p><i>Демонстрації</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Електричне поле заряджених кульок.</li> <li>2. Будова і дія конденсатора постійної та змінної ємності.</li> <li>3. Енергія зарядженого конденсатора.</li> <li>4. Залежність сили струму від ЕРС джерела і повного опору кола.</li> </ol>	<p><b>Учень:</b> здатний <i>спостерігати</i> прояви електричних явищ у природі, картини ліній напруженості електричного поля; <i>користуватися</i> амперметром, вольтметром, <i>дотримуватися правил</i> роботи з ними; <i>визначати</i> силу струму, напругу і електроємність та оцінити похибки вимірювання; <i>робити висновок</i> про історичний характер фізичного пізнання;</p>
1	Очікуваний результат (Контрольна робота)	<p>Учень: може <i>розв'язувати задачі</i>, застосовуючи формули для визначення напруженості електричного поля, ємності конденсатора, енергії зарядженого конденсатора, закону Ома для повного кола; представляти результати експерименту з дослідження електричних кіл; <i>систематизувати</i> знання про електричні поля та закони постійного струму; <i>досліджувати</i> екологічні проблеми регіону, пов'язані з виробництвом, передачею і споживанням електричної енергії.</p>

З таблиці видно, що за досить обмежений час учень повинен оволодіти величезною кількістю інформації. А це, особливо, для учнів гуманітарного профілю навчання є не тільки дуже складним, практично неможливим, а ще й не цікавим. Ми пропонуємо кожний урок починати з деякої «цікавинки», що підвищить інтерес учнів до фізики, а також дасть змогу учням подивитися на фізику з іншого боку, не як на складну науку, а як на підбірку законів, які допомагають пояснити їм оточуючий їх світ, та замислитись про інші фізичні явища

навколо них. В ході уроку ми застосовуємо історичні факти, легенди. Розповіді. Розглянемо це прикладі першого уроку даної теми.

**Урок 1.** Електричне поле. Напруженість і потенціал електричного поля. Речовина в електричному полі.

Починаємо з актуалізації теми і згадуємо матеріал за 9 клас: що таке заряд? Яким він буває? Звідки походить назва «електрон»? За нашою статистикою відповіді ми отримуємо від 12% учнів. Тоді ми починаємо з розповідь про Фалеса.

Розповідають, що одного дня до старогрецького філософа Фалеса, що жив в місті Мілеті, прийшла дочка і протягнула йому веретено, зроблене з коштовного каменя – електрона. Ми називаємо його бурштином. У ті далекі часи купці Фінікій зрідка привозили вироби з цього жовтого, прозорого, як перший лісовий мед, каменя в грецькі міста. Мабуть, купив його і Фалес, спокусившись красою. Купив і подарував дочці. В давнину гречанок з юних років привчали до прядіння. Дочка філософа виявилася дівчиною спостережливою. Вона розповіла батьку, що не раз, впустивши веретено на підлогу, терла його, щоб очистити від сміття, що пристало. Але при цьому уперте веретено лише сильніше притягувало до себе порошок і нитки. Чому так? Здивувався мудрець феномену, порадив допитливості дочки. Проте відповісти не зміг і задумався. Так, буває, набреде людина на дріб'язкову, здається, загадку, і не дає вона йому спокою. Дівчина вже давно сховалася в жіночій половині будинку – гинекії, а Фалес все сидів, роздумуючи над її питанням. Фінікійці запевняли, що народжується прозорий бурштин в холодних водах північного Морея, де навіть сонячні промені згортаються у вузол, перетворюючись на прозорі бурштинові камені. Такі розповіді філософ чув і раніше, але про властивість притягувати дрібні частки почув вперше. Чому ж янтарне веретено живить любов до простого сміття? Можливо, янтар має душу? Сонце закотилося, прийшов час кликнути раба, щоб той приніс світильник. Але філософ не зробив цього. У темноті, що настала, він виявив, що якщо потерти веретено рукою, воно покривається крихітними блакитними іскорками, які спалахують і гаснуть з легким тріском. Нова загадка. Знову і знову тре Фалес залишений дочкою бурштиновий стрижень сухими долонями і дивиться, не може надивитися. Сьогодні він покаже це диво учням і спробує поміркувати про нього. Можливо, логіка приведе його до істини. Сьогодні він вирішив в ході логічних міркувань вивести причини двох явищ: притягання янтарем легких тіл і народження іскр холодного блакитного вогню під його долонею. Одна відповідь – бурштин має душу – у нього вже була.

Для учнів гуманітарних класів подібні розповіді є необхідним елементом уроку. Такі розповіді заставляють їх замислитися і не дають нудьгувати над формулами.

Після введення поняття «електрон», розповідаємо, що тіла, які мають однакову кількість позитивних і негативних зарядів є нейтральними. Обговорюючи всі ці моменти, паралельно на дошці починаємо будувати блок-схему, яка розширятиметься в процесі подальшого обговорення. Кінцевий вигляд цієї блок-схеми буде наведено нижче. Розказуючи про заряджені тіла, можна провести аналогію, що тіло, заряджене позитивно – це маленька

гаряча кулька, яка віддає тепло, а тіло, заряджене негативно – кулька холодна, що забирає тепло (рис.1).

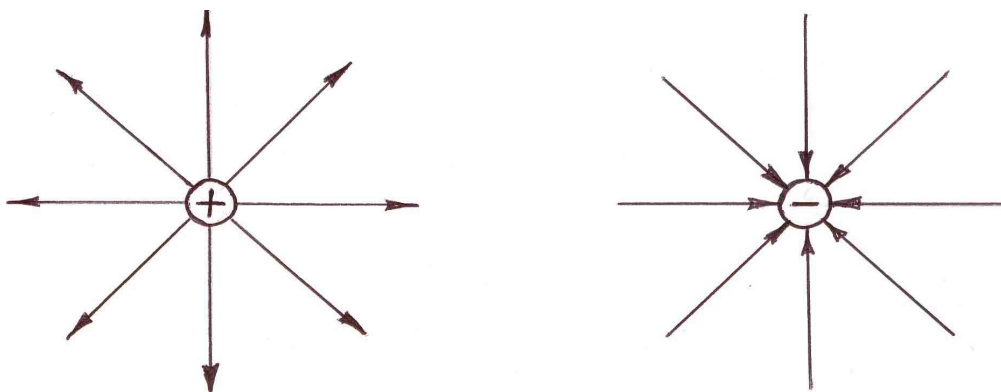


Рис.1. Силві лінії електростатичного поля.

Тоді діти ніколи не сплутають напрямок силових ліній поля. Але якщо цю аналогію одразу їм розповісти – це не викличе у них жодного прояву елементарного критичного мислення. Учнів потрібно підводити до цієї асоціації. На наших уроках ми пропонуємо їм навести приклади пар-антагоністів з життя. В табл.2 наведені запропоновані ними пари. Вже на основі цієї таблиці ми разом з учнями вибираємо аналогію. Детально зупиняємося на питанні властивостей заряджених тіл.

**Таблиця 2.** Приклади життєво-побутові пари-антагоністи.

Сонце	Чорна діра
Тепло	Холод
Добра людина	Погана людина
Весела людина	Сумна людина
Піч	Холодильник

Після цього вводимо поняття силових ліній поля і розповідаємо про їх властивості: 1) силві лінії –це абстрактне поняття, за допомогою якого ми можемо уявити форму поля; 2) силві лінії починаються на позитивно заряджених тілах і закінчуються на негативно заряджених; 3) вони є неперервні в просторі; 4) силві лінії ніколи не перетинаються; 5) силві лінії завжди перпендикулярні до зарядженої поверхні; 6) якщо силві лінії паралельні і знаходяться на однаковій відстані одна від одної, то поле називається однорідним.

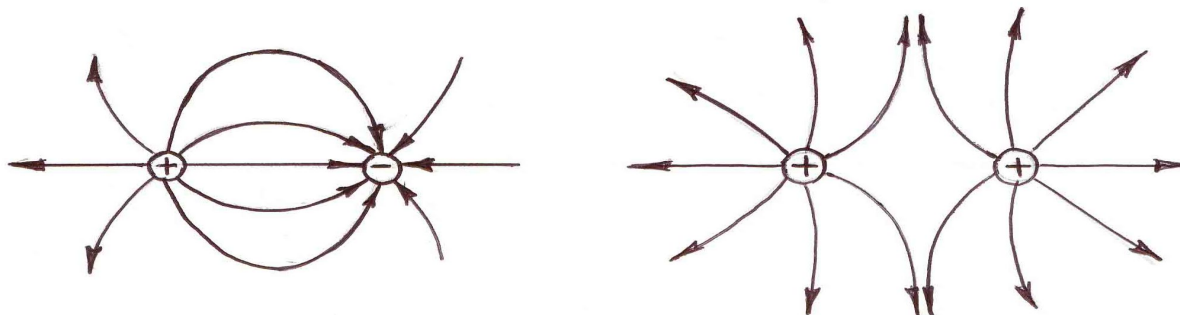


Рис.2. Вигляд поля, створеного однаковими за величиною однойменними і різнойменними зарядами.

Переходимо до вивчення характеристик і властивостей електричного поля. На основі знань електростатики з курсу 9 класу, згадуємо формулювання закону Кулона і форму поля, створеного точковими зарядами (рис.2). Наприкінці уроку ми одержуємо на дошці і відповідно в зошитах блок-схему, якою зручно користуватися вдома і подальшому на уроках для актуалізації знань (рис.3).

Розроблена нами *блок-схема актуалізації знань* з питання природи електричного поля спрямована на розвиток в учнів різних типів мислення, яке базується на простому аналізі інформації, що надає вчитель. Даний методичний прийом, на нашу думку, підвищує ефективність засвоєння учнем того обсягу знань, який відповідає стандартному рівню навчання.

На початку третього уроку, для актуалізації знань, ми пропонуємо проглянути мультфільм з циклу «Смешарікі. Пін-код» під назвою «Електробритва». В ньому дуже яскраво та на зрозумілому для учнів рівні розповідається про електрони та електричний струм.

Якщо узагальнити сказане можна зауважити, що для підвищення ефективності викладання точних наук в школах з гуманітарним ухилом доцільно застосовувати прийом *аналізу одержуваної учнями інформації з метою активації різних типів мислення*.

Для усунення вказаних основних проблем при викладанні фізики в класах гуманітарного профілю доцільно використовувати такі значущі психолого-методичні чинники, як переконаність учня у недоцільності обмеження власної освіти межами заздалегідь обраного навчального профілю і диференційованість подачі навчального матеріалу вчителем з метою виклику зацікавленості в учня тим чи іншим навчальним профілем. У разі виклику вчителем стану зацікавленості учня у вивчанні фізики, завданням педагога є сприяння розвитку потягу молодій людині до самоосвіти.

Одним із ефективних засобів для цього є методика, яку застосовуємо ми на своїх уроках: розповіді про фізичні явища, демонстрації мультфільмів з певної теми, історії відкриття фізичних явищ та інше.

1. Тіла можуть бути заряджені позитивно і негативно; тіла, заряджені різнойменними зарядами - притягуються, однойменними - відштовхуються.
2. Будь-який заряд є пропорційним заряду електрона  $q = \pm Ne$ ,  $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.
3. Закон збереження заряду  $q_1+q_2+\dots+q_n=q_1'+q_2'+\dots+q_n'$ .
4. Заряд є інваріантною величиною, тобто величина заряду не залежить від системи відліку.
5. Заряджені тіла взаємодіють між собою. Сила взаємодії визначається за законом Кулона

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon r^2}$$

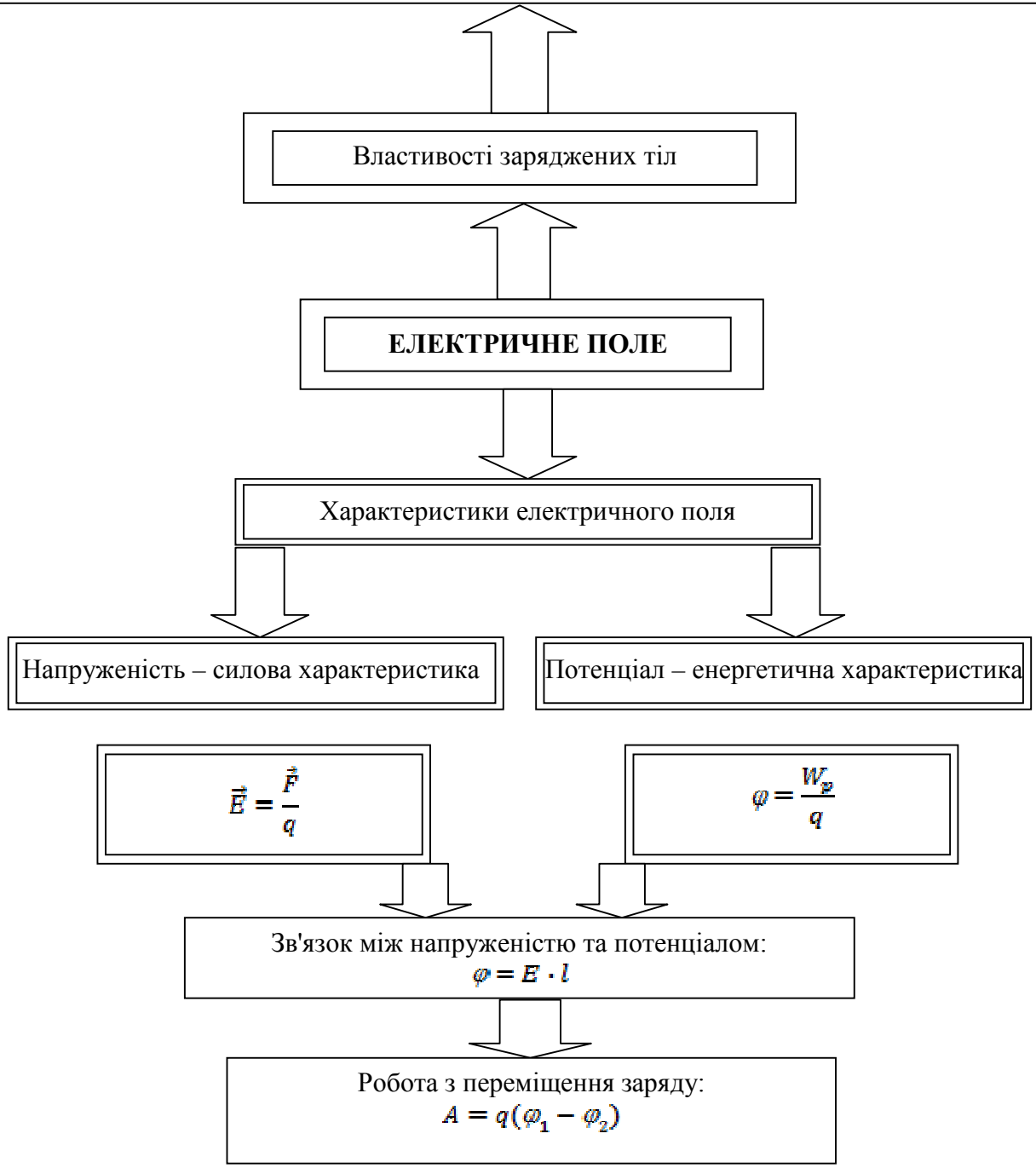


Рис.3. Блок-схема побудови уроку «Електричне поле та його характеристики».

### **Список використаної літератури**

1. Белугина Т.Л. Использование приемов активизации мыслительной деятельности школьников на уроках физики в гуманитарных классах [Текст] : общественно-политическая литература / Т.Л. Белугина. – В кн.: Федеральные и региональные проблемы образования в условиях модернизации, конференция (2002; Калининград). Материалы конференции 10-12 апреля 2002 года. – Калининград, 2002. – Ч. : 2. – С. 87-92.
2. Богомаз С.А. Психологические типы К.Г.Юнга, психофизические типы и интипные отношения / С.А. Богомаз. – Томск, 2000. – 71 с.
3. Галатюк Ю.М. Організація творчої пізнавальної діяльності з фізики на основі навчального дослідження / Ю.М. Галатюк, В.І. Тищук, М.І. Шут // За ред. Ю.М. Галатюка. – Рівне: РВВ РДГУ, 2006. – 235 с.
4. Дедович В.М. Підвищення пізнавальної активності учнів гуманітарного профілю через зв'язок фізики з історією / В.М. Дедович // Вісник. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. – № 30. – С. 14-17.
5. Ефременкова О.В. Гуманитарно ориентированные математические задачи в процессе развития творческой активности студентов в техническом вузе: Дис... канд. педаг. наук : 13.00.08 / Ефременкова Ольга Валентиновна // Барнаул, 2003. – 203 с.
6. Изюмова С.А. Природа мнемонических способностей и дифференциация обучения : Дис. докт. психол. наук (Текст) / С.А. Изюмова. – М.: Наука, 1995. – 382 с.
7. Федчишин О. Особливості навчально-пізнавальної діяльності учнів гуманітарного профілю / Ольга Федчишин // Фізика та астрономія в школі. – 2011. – №4. – С. 33-37.
8. Якиманская И.С. Дифференцированное обучение: «внешние» и «внутренние» формы / И.С. Якиманская // Директор школы. — 1995. — №3. – С. 39-45.

***Чижская Т.Г. Гуманитарные составляющие уроков физики в разделе «Электрическое поле и ток».***

*В работе рассмотрено применение гуманитарных составляющих на уроках физики в старшей школе на примере урока темы «Электрическое поле и его характеристики». Такой подход дает возможность учителю на психологическом уровне общаться с учеником на понятном ему языке, который приводит к повышению мотивации ученика к изучению физики и к познанию в целом.*

***Ключевые слова:*** гуманитарная составляющая физики, мотивация, исторический опус, деятельный подход.

***Chizhska T.G. Humanitarian components of lessons of physics in the section “Electricity”.***

*In work application of humanitarian components at physics lessons at the senior school on an example of a lesson of a theme «Electric field and its characteristics» is considered. Such approach gives the chance to the teacher to communicate at psychological level with the pupil on clear to it language which leads to increase of motivation of the pupil to studying of physics and to knowledge as a whole.*

***Keywords:*** humanitarian component of physics, motivation, historical opus, activity approach.

## **ФІЗИКА ЯК НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Стаття присвячена проблемам структуризації курсу фізики при підготовці майбутніх учителів технологій. Розглядаються критерії відбору навчального матеріалу, модель курсу фізики на принципах інтеграції циклів навчальних дисциплін природничо-наукової і професійно-практичної підготовки. Обґрунтовується необхідність удосконалення змісту курсу загальної фізики в умовах міжпредметної інтеграції.*

**Ключові слова:** курс фізики, критерії, навчальний предмет, професійна підготовка, система, інтеграція.

Для сучасної промисловості, яка застосовує складні технології, потрібні молоді фахівці здатні засвоїти і сприймати сучасну техніку. У свою чергу, суспільство вимагає від системи педагогічної освіти підготовки майбутніх учителів технологій з високим рівнем технічної підготовки, розвиненим фізико-технічним мисленням.

Висококваліфіковані педагогічні працівники в освітній технологічній галузі повинні забезпечити відповідний рівень підготовки молодого покоління до майбутньої професійної діяльності. Забезпечення високого рівня технічної та технологічної підготовки молоді в нових економічних умовах є необхідною вимогою розвитку держави. У зв'язку з цим, перед педагогічними університетами виникає проблема більш якісної підготовки майбутніх учителів технологій.

Проте, на сьогодні, педагогічні університети не повністю забезпечують відповідну підготовку випускників, які здатні засвоїти технології нового покоління. Підвищення якості підготовки фахівців для загальноосвітніх шкіл та професійних училищ вимагає перегляду змісту та технологій професійної підготовки майбутніх учителів. У сучасній моделі формування фахівців технологічної галузі все більшого значення набуває професійна спрямованість навчання фізики. Якісна підготовка вчителів сприяє найбільш швидкому сприйняттю сучасної техніки, забезпечує професійну мобільність педагогів, що в умовах конкуренції на ринку праці стає актуальною. В системі підготовки вчителів технологій спостерігається збільшення розриву між рівнем теоретичної підготовки студентів та змістом практичної діяльності. У зв'язку з цим необхідно переглянути роль фізики в системі підготовки фахівців у галузі технологічної освіти. Підвищення якості підготовки вчителів цього напрямку можливе за рахунок інтеграції загальної фізики та інших дисциплін природничо-математичного циклу підготовки з дисциплінами фахової підготовки.

Формування теоретичних і методичних засад навчання фізики у вищих навчальних закладах знайшло певне відображення в дослідженнях як українських, так і зарубіжних учених, зокрема Г. Ф. Бушка, А. В. Касперського, Б. А. Суся, Ю. І. Діка, О. М. Голубевої, Л. В. Масленнікової, В. Г. Розумовського, П. І. Самойленка та ін.. Загальні положення методики

навчання фізики сформульовані в працях П. С. Атаманчука, Л. Ю. Благодаренко, О. І. Бугайова, Б. Є. Будного, С. П. Величка, С. У. Гончаренка, Є. В. Коршака, О. І. Ляшенка, М. Т. Мартинюка, В. Ф. Савченка, М. І. Садового, О. В. Сергєєва, В. Д. Сиротюка, М. І. Шута та ін.. У педагогічній науці методику навчання фізико-технічних дисциплін досліджували: І. Т. Богданов, О. І. Бугайов, А. В. Касперський, М. С. Корець, О. В. Сергєєв та ін.. Інтеграція фундаментальної і фахової підготовки фахівців у вищих навчальних закладах освіти розглянута в дисертаційних дослідженнях В. П. Сергієнка, Н. В. Стучинської та ін..

Згідно з визначенням І. Я. Лернера, навчальна дисципліна являє собою педагогічно адаптовану систему знань і вмінь з будь-якої галузі знань і відповідної їй діяльності із засвоєнням і використанням цих знань і вмінь у процесі навчальної взаємодії [6, с.24]. Це визначення відображає підхід до поняття навчальної дисципліни, яке крім знань і вмінь, включає зміст діяльності, спрямованої на засвоєння навчального матеріалу. Фізика як навчальна дисципліна в системі підготовки вчителів технологій, відображає взаємозв'язок змістовної та процесуальної складових, які включають уміння застосовувати знання в сфері практичної професійної діяльності майбутнього фахівця.

На думку І.К. Журавльова та Л.Я. Зоріної, дидактична модель навчальної дисципліни складається з двох блоків: основний - який включає той зміст дисципліни, заради якого вона включена в навчальний план; процесуальний - який забезпечує засвоєння знань, сприяє формуванню різних умінь, розвитку і вихованню тих, кого навчають [5]. В основний блок входять знання основ фізики, а в процесуальний - допоміжні знання (логічні, філософські, методологічні, історико-наукові, оціночні, міжпредметні), способи діяльності, форми організації навчально-пізнавального процесу [5; 8, с. 197-198]. Включення до процесуального блоку допоміжних знань автори обґрунтовують необхідністю введення в контекст навчання, способи виконувати функцію засобу засвоєння знань, яке забезпечує виховання і розвиток учнів на базі цих знань [8, с. 197].

Ми не можемо повністю погодитися з думкою авторів, оскільки допоміжні знання безпосередньо не є засобами навчання. Вони такими становляться при введенні їх в контекст навчання. Але такий підхід, певним чином, може бути віднесений також до фундаментальних знань. У навчанні фізики знання про методи наукового пізнання навколишнього світу стають засобом навчання при певній організації пізнавальної діяльності студентів.

Метою статті є аналіз деяких проблем формування змісту загального курсу фізики в системі підготовки майбутніх учителів технологій на основі інтеграційного підходу.

Аналіз методичної літератури з проблем структуризації та формування змісту фізичної освіти дає можливість структурувати курс загальної фізики для системи підготовки фахівців у галузі технологічної освіти.

Курсу фізики для системи підготовки майбутніх учителів технологій можна представити у вигляді моделі (рис. 1).

При підготовці вчителя технологій в основу змістового блоку повинно бути покладено фундаментальні фізичні теорії, фізичні основи техніки і технологій. Допоміжні знання включають: філософські; логічні; науково-історичні; оціночні; міжпредметні.

До процесуального блоку відносять способи діяльності спрямовані на репродуктивне



і творче засвоєння навчального матеріалу, форми організації навчання. Ця структура курсу фізики дозволяє визначити місце дисципліни в системі підготовки вчителів технологій, заснованої на професійно спрямованому підході та міжпредметної інтеграції навчальних дисциплін.

Концептуальні підходи до конструювання курсу фізики для середньої школи розроблені в дослідженнях Н.С. Пуришева [7]. Для курсу загальної фізики в системі підготовки вчителів технологій пропонувані концепції можуть бути взяті за основу із змінами, враховуючи специфіку даної спеціальності (рис. 2). При підготовці фахівців в освітній галузі технології формування змісту курсу загальної фізики ґрунтується не тільки на фізичній науці, а також на сучасних досягненнях у галузі природничих наук, педагогіки, техніки, технологій.

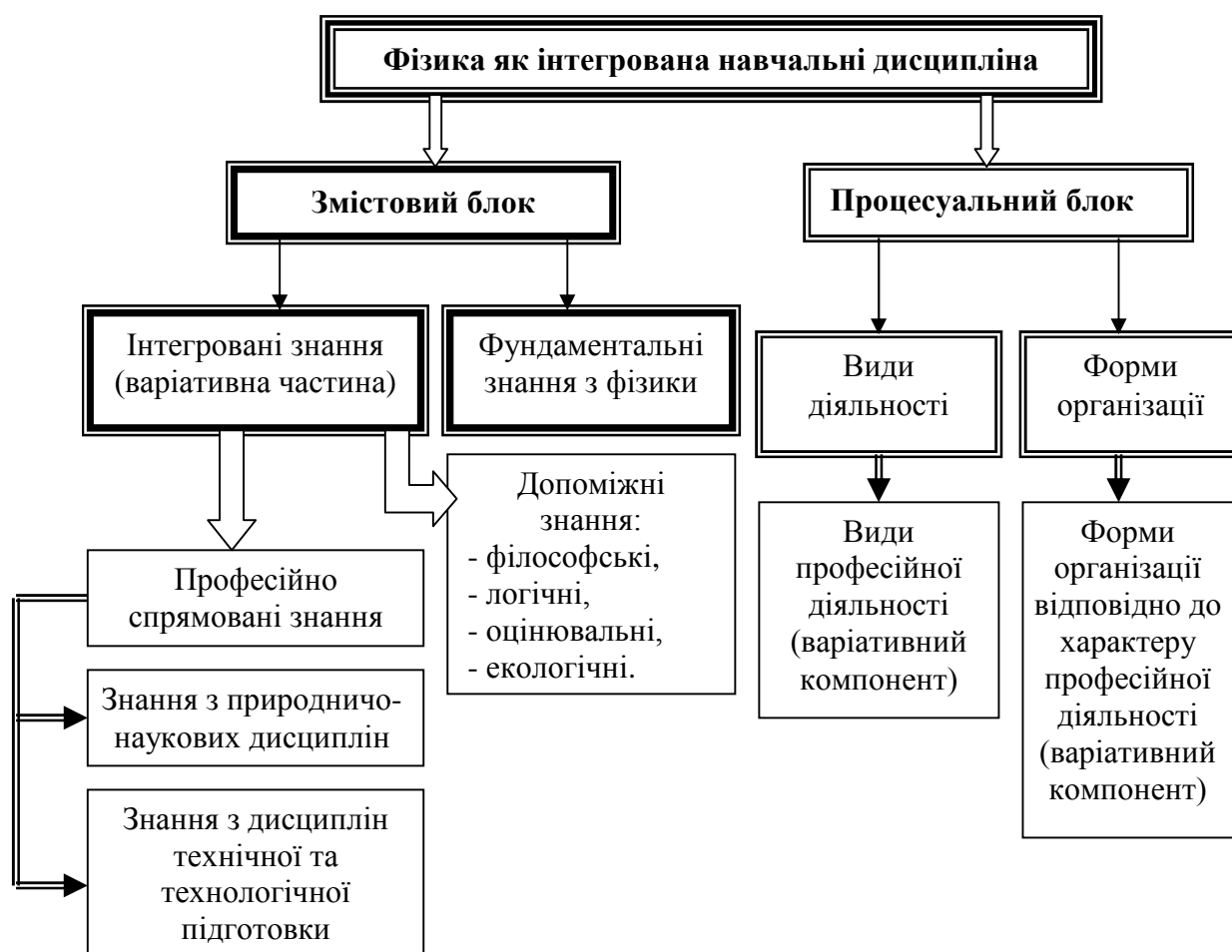


Рис. 1. Модель курсу фізики в системі підготовки вчителів технологій

Метою навчання фізики студентів педагогічних університетів є орієнтація на придбання майбутніми фахівцями інтегрованих фізичних знань і спрямованих на формування прикладних знань, необхідних для професійної педагогічної діяльності. Структура курсу фізики, його змістовний і процесуальний блоки орієнтуються на принципи побудови системи професійного навчання.

У філософському словнику поняття «принцип» трактується як: основне правило

поведінки; керівна ідея; першооснова. Принцип являє собою центральне поняття, основу системи, яке узагальнює і поширює певні положення та явища тієї галузі, з якої цей принцип абстрагований [9, с.294]. У порівнянні з критеріями, принципи визначають більш загальні шляхи діяльності, спрямовані на формування змісту освіти [9, с.209].

Принципи навчання визначають загальні напрямки і закономірності побудови освітнього процесу, загальну структуру побудови навчальної дисципліни, відповідність конкретного матеріалу навчальній дисципліни. Включення певного навчального матеріалу в освітній процес диктується загальноприйнятими стандартами підготовки вчителя технологій. У педагогіці принципами визначають не тільки загальний напрямок процесу навчання, але й виховання. Дидактичні принципи структурування змісту курсу фізики визначаються закономірностями навчання.



Рис. 2. Критерії відбору змісту курсу «Загальна фізики»

Закони та закономірності пізнання, які виявлені в дидактиці, описані в багатьох наукових роботах [1; 2; 3; 4]. Сформульовані найбільш важливі закономірності, такі як:

- обумовленість процесу навчання потребою суспільства в якісній підготовці всебічно розвинених та творчо активних фахівців;
- цілісність процесу навчання і взаємозв'язок викладання й вчення;
- залежність змісту навчання від мети і завдань, що стоять перед системою освіти, потреб суспільства;
- залежність ефективності навчання від реалізації міжпредметних зв'язків між

циклами і окремими дисциплінами всередині кожного циклу;

- взаємозв'язок наукової та навчальної діяльності студентів.

З цими закономірностями пов'язані такі принципи навчання, як:

- принцип спрямованості навчання на вирішення взаємопов'язаних завдань освіти, виховання і розвитку студентів;

- принцип науковості навчання;

- принцип єдності конкретного і абстрактного в навчанні;

- принцип поєднання різних засобів, методів і форм навчання, які залежать від завдань і змісту навчання.

У системі підготовки вчителів технологій освітній дидактичний принцип єдності процесуальної та змістовної сторін навчання, визначає необхідність включення в освітню систему, крім предметного змісту, також і способів передачі та засвоєння студентами навчального матеріалу. При формуванні структури навчальної дисципліни необхідно враховувати принцип єдності змісту освіти який, на нашу думку, може бути реалізовано через внутрішньопредметну інтеграцію. Цей принцип може бути реалізовано на різних рівнях формування дисципліни при побудові курсу від загальнонаукових теорій до конкретних форм практичної та професійної діяльності.

У методичної системи інтегрованого навчання фізики студентів педагогічних університетів необхідно враховувати також інші принципи: міжпредметних зв'язків; інтеграції навчальних дисциплін; доступності; науковості. Для забезпечення якісної підготовки з фізики студентів технологічних спеціальностей педагогічних університетів провідним є принцип взаємозв'язку фундаментальної та професійної спрямованості навчання. Цей принцип реалізується шляхом інтеграції природничо-наукових та професійно-практичних циклів дисциплін підготовки фахівців. Принципи відносяться не тільки до структури та змісту фізичних знань, а й до самої методичної системи навчання фізики.

Перераховані вище принципи пов'язані з іншими принципами. Принцип фундаментальної підготовки фахівців тісно пов'язаний з принципами системності та науковості знань. Принцип професійної спрямованості навчання пов'язаний з принципами міждисциплінарних зв'язків, а також навчання з практикою.

Зміст дисципліни визначається тими джерелами, з яких береться конкретний навчальний матеріал. При відборі матеріалу керуються відповідними критеріями і принципами, враховуючи при цьому певні фактори і специфіку майбутньої професійної діяльності студентів і тих вимог, які висуває суспільство до майбутнього фахівця.

Джерелами змісту інтегрованого курсу фізики для підготовки майбутніх учителів технологій у педагогічних університетах є педагогіка, природничі та технічні науки, сучасні технології.

За своєю суттю, структура та зміст навчального плану підготовки вчителів технологій є предметно-інтегрованими. Вони орієнтовані на логічну послідовність вивчення навчальних дисциплін, які групуються у відповідні цикли: гуманітарні та соціально-економічні; математичні, природничо-наукові; професійно-педагогічні; науково-предметні. На вивчення циклу дисциплін математичної, природничо-наукової підготовки відводиться 13,3% від загальної кількості годин і 20,5% від нормативної частини плану.

Зміст курсу загальної фізики в системі фахової підготовки майбутніх учителів технологій визначається його положенням у загальній структурі навчального плану і залежить від взаємозв'язку з іншими дисциплінами. Загальна фізика вивчається паралельно з такими фундаментальними дисциплінами, як вища математика, хімія, основи екології, вікова фізіологія і гігієна, електротехніка, нарисна геометрія, інформаційні технології в освіті.

У сучасній освітній системі підготовки майбутніх учителів технологій постійно зростає роль фундаментальних наукових теорій у формуванні фахових знань. Фізичні та математичні методи пізнання знаходять все більше застосування в розвитку техніки, технологій, екології тощо. Тому очевидно, що навчальний матеріал курсу загальної фізики необхідно ефективно використовувати при конструюванні змісту дисциплін професійної та практичної підготовки фахівців.

Підвищення якості навчального процесу в педагогічних університетах можна досягти за рахунок інтеграції природничо-наукових та професійних науково-предметних дисциплін. У такій інтегрованій системі навчальних дисциплін основним елементом, що їх зв'язує, може виступати фізика як фундаментальна база техніки. Ми розглядаємо фізику як фундаментальну основу дисциплін науково-предметного циклу підготовки вчителів. Успішність і глибина засвоєння технічних дисциплін визначається рівнем їх інтеграції з фізикою та іншими дисциплінами природничо-наукової підготовки.

Аналіз навчальних програм з підготовки вчителів технологій за останні десятиліття викликає занепокоєння. Спостерігається тенденція до зменшення кількості навчального часу, що відводиться на вивчення дисциплін природничо-наукового циклу підготовки (рис. 3).

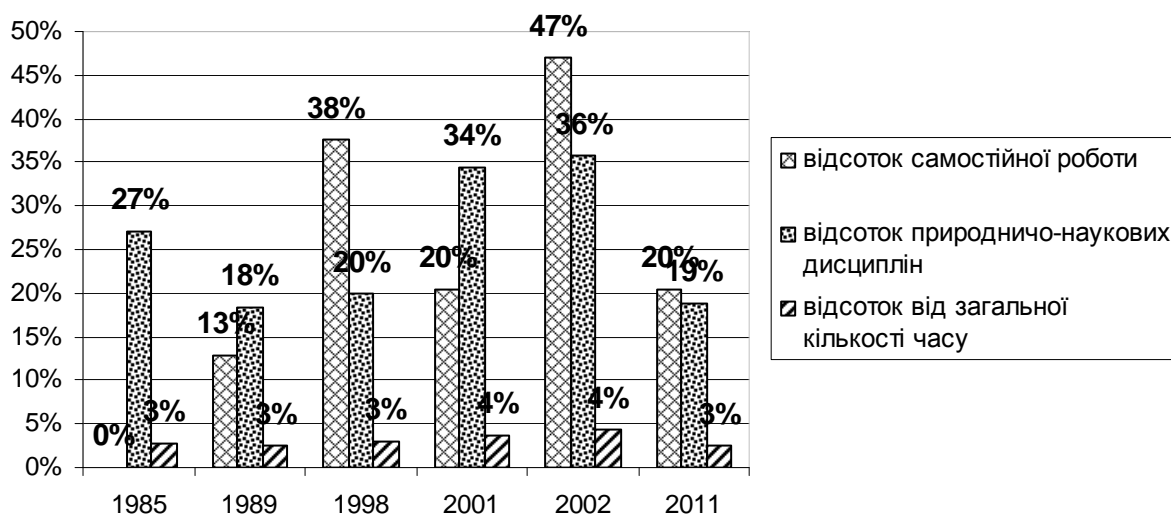


Рис. 3. Відсоток часу, що відводиться на вивчення математичних, природничо-наукових дисциплін

Особливу стурбованість викликає тенденція до зменшення кількості годин, відведених на вивчення фізики, а також на зменшення часу, що відводиться на лекційні та аудиторні заняття (рис. 4).

Так, за навчальними планами 1985 року, на вивчення курсу фізики за спеціальністю 2120 – загальнотехнічні дисципліни і праця, відводилось 238 годин аудиторних занять.

Відсоток навчальних годин, що відводився на вивчення курсу фізики, складав 4,2% від загальної кількості часу підготовки спеціалістів. Частка курсу загальної фізики в циклі природничо-наукових дисциплін складала 27%.

У 2001 році на вивчення фізики відводили 216 годин, з них 20% - на самостійну роботу. На вивчення фізики відводилось 3,7% загального обсягу навчального навантаження і 34% займала в блоці природничо-наукової та загально-професійної освіти. За освітньо-професійними програмами підготовки бакалаврів 2011 року на вивчення курсу фізики відводиться 216 годин. Частка загальної фізики в циклі математичної, природничо-наукової підготовки складає 18,8%.

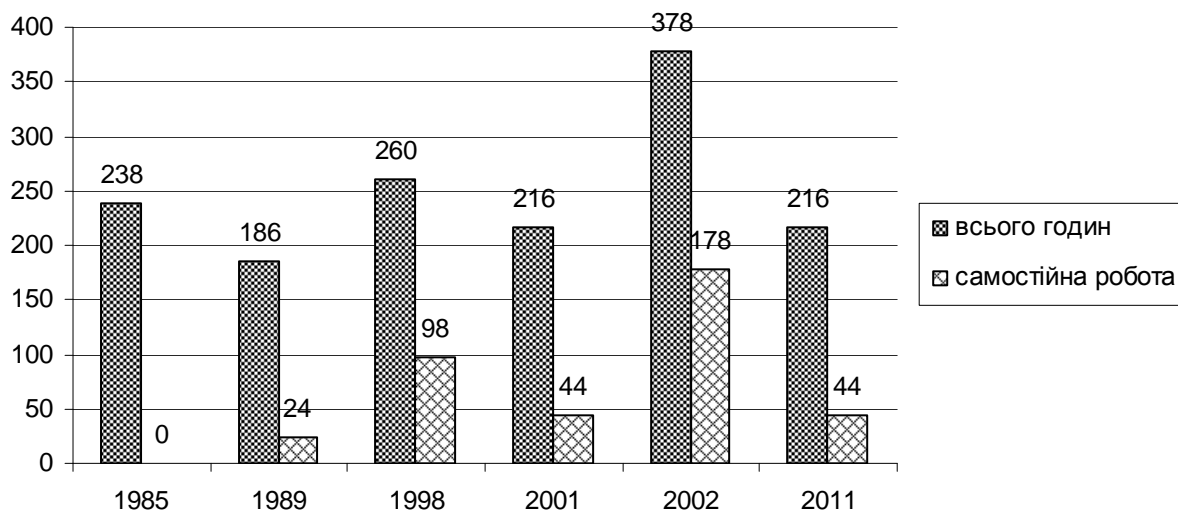


Рис. 4. Кількість часу, відведеного на вивчення фізики (за роками)

У різні роки частка фізики в циклах дисциплін природничо-наукової та професійно-практичної підготовки постійно змінювалась. При підготовці вчителя технологій з додатковою спеціальністю «Фізика» обсяг навчальних годин досягав 320 – 378 годин, що практично співпадало з планами підготовки інженерних кадрів у технічних вищих навчальних закладах.

**Висновки.** Традиційна система побудови курсу фізики при підготовці майбутніх фахівців у галузі технологій недостатньо сприяє формуванню професійних якостей. Підвищення рівня фахової підготовки можливо за рахунок міжпредметної інтеграції фізики та дисциплін природничої та технологічної підготовки. Такий підхід обумовлює необхідність удосконалення змісту курсу фізики, спрямований на формування якісних фізичних моделей технічних об'єктів.

Для поліпшення якості навчання фізики ми пропонуємо істотно вдосконалити зміст курсу фізики на основі інтеграції з професійно-практичними дисциплінами. Запропоновані нами принципи можуть бути використані у процесі вдосконалення курсу фізики та методичного забезпечення в системі підготовки фахівців технологічної галузі.

### **Список використаної літератури**

1. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. - М.: Высшая школа, 1980. - 368 с.
2. Бушок Г. Ф. Научно-методические основы преподавания общей физики в педвузах / Г.Ф. Бушок. – Винница : Высшая школа, 1981.- 245 с.
3. Гарунов М.Г. Профессионально направленное изучение общетеоретических дисциплин в техническом вузе / М.Г. Гарунов, Е.М. Рябинова // Обзорная информация НИИВШ.- М.: Высшая школа, 1980. - 44 с.
4. Елисеев А.Ф. Межпредметные связи между общеобразовательными и специальными предметами / А.Ф. Елисеев. - К.: Высшая школа, 1978. - 95с.
5. Журавлев И.К. Дидактическая модель учебного предмета / Журавлев И.К., Зорина Л.Я. // Новые исследования в пед. науках. - 1979. № 1 ( 33 ). - С. 18-23.
6. Лернер И.Я. О соотношении общедидактических и частных дидактических методов обучения / И.Я. Лернер // Новые исследования в пед. науках. - 1978, № 2 (32 ). - С. 17-21.
7. Пурешева Н.С. Дифференцированное обучение физике в средней школе / Н.С. Пурешева.- М.: Прометей, 1993. - 161 с.
8. Теоретические основы содержания общего среднего образования / под ред. В.В. Краевского, И.Я. Лернера. - М.: Педагогика, 1983. - 352 с.
9. Философский словарь. - М.: Политиздат, 1981. - 445 с.

#### ***Шишкин Г.А. Физика как учебная дисциплина в системе подготовки учителей технологий.***

*Статья посвящена проблемам структурирования курса физики при подготовке будущих учителей технологий. Рассматривается модель курса физики на принципах интеграции учебных дисциплин естественнонаучных и профессионально-практических циклов подготовки, критериев отбора учебного материала. Обоснована необходимость совершенствования содержания курса общей физике в условиях межпредметной интеграции.*

**Ключевые слова:** курс физики, критерии, учебная дисциплина, профессиональная подготовка, система, интеграция.

#### ***Shyshkin G. Physics as a subject in the system of training of future teachers of technology.***

*This article is devoted to the problems of structuring physics course in preparation of future teachers of technology. A model of physics on the principles of integration of disciplines of natural science and professional practice cycles, the criteria for selection of educational material. The necessity of improving the content of the course in general physics interdisciplinary integration.*

**Keywords:** physics course, criteria, academic subject, training, system integration.

**ПРО ОСОБЛИВОСТІ РЕПРЕЗЕНТАТИВНО-ІЛЮСТРАТИВНОГО СПОСОБУ  
ДОВЕДЕННЯ ДЕЯКИХ ТЕОРЕМ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ З УРАХУВАННЯМ  
ПРОФЕСІЙНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ СТУДЕНТІВ**

*У роботі наведено авторський спосіб доведення теореми про обчислення довжини явно заданої спрямлюваної дуги та показано переваги репрезентативно-ілюстративного доведення цієї теореми для студентів нематематичних спеціальностей.*

**Ключові слова:** *спрамлювана дуга, репрезентативно-ілюстративний метод, математичний аналіз, нематематичні спеціальності.*

**Постановка проблеми.** Питання вивчення математичних дисциплін у непрофільних ВНЗ різних рівнів акредитації є актуальним досить давно. Добре відомо, що викладачі економічних, соціально-гуманітарних, медичних, педагогічних та ін. вишів мають балансувати між строгістю формулювання математичних тверджень та формальним їх вивченням. Намагання скрупульозно вводити математичні об'єкти на фоні незначної кількості аудиторних занять (як правило 1-2 рази на тиждень) призводить до не виконання навчальної програми та незасвоєння студентами більшості базових понять математичного аналізу або вищої математики. Формулювання теорем без доведень, не обґрунтованість лем та інших математичних тверджень призводить до формалізації математичної освіти, що обмежує можливості майбутніх економістів, фізиків, інформатиків та ін.

Тому спробуємо використовуючи системний підхід показати переваги репрезентативно-ілюстративного способу доведення однієї з важливих теорем інтегрального числення функції однієї змінної.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Деякі теоретико-методологічні аспекти що стосувалися вдосконалення та реформування вітчизняної математичної освіти на різних рівнях розглянуто у роботах таких дослідників як О. Абрамов, Ж. Адамар, Д. Аносов, Л. Атанасян, Г. Бевз, В. Бевз, Г. Білянін, М. Бурда, С. Гарлін, Г. Глейзер, М. Жалдак, М. Ігнатенко, Т. Колесник, Є. Нелін, Г. Михалін, З. Слєпкань, І. Тєслєнко, В. Швець, М. І. Шкіль та багато інших [1], [2].

---

<sup>1</sup> Гирлин С.К. Иллюстративно-репрезентативное доказательство теоремы ферма о необходимом условии существования экстремума функции / С.К. Гирлин, И.В. Кузнецов, 2009. – Режим доступу: [http://archive.nbu.gov.ua/portal/soc\\_gum/pspo/2009\\_22\\_2/girlin.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/pspo/2009_22_2/girlin.pdf)

<sup>2</sup> Ровенська О. Г. Про необхідність професійної спрямованості під час вивчення базових понять курсу «вища математика» / О. Г. Ровенська, 2009. – Режим доступу: [http://archive.nbu.gov.ua/portal/soc\\_gum/vchu/ped/2011\\_201\\_1/N201-1p105-108.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/vchu/ped/2011_201_1/N201-1p105-108.pdf)

По при значну кількість науково-методичних публікацій в зазначеній області досліджень проблемам встановлення особливостей репрезентативно-ілюстративного способу доведення більшості теорем математичного аналізу з урахуванням професійної спрямованості студентів приділяється не значна увага.

**Мета та завдання дослідження.** Показати ефективність застосування репрезентативно-ілюстративного способу доведення деяких теорем інтегрального числення функції однієї змінної з урахуванням професійної спрямованості студентів.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз навчальних та робочих програм такої важливої дисципліни як математичний аналіз, що вивчається студентами, напрям підготовки яких 6.040203 «Фізика» показує, що тижневе аудиторне навантаження для першокурсників не перевищує 6 год. Враховуючи досить низький рівень математичної підготовки (ЗНО з математики не обов'язкове), то викладання навчального матеріалу на основі таких класичних підручників з математичного аналізу як Фіхтенгольц [3], Нікольський [4] є неможливим у зв'язку із високим рівнем абстракції.

Підручники з математичного аналізу під редакцією педагогів-дослідників М. Давидова, М. Шкіля та ін. роблять дещо доступнішим навчальний матеріал, але більшість математичних тверджень ними доводяться так само (можливо за виключенням позначень) як і у підручнику 1964 р. за редакцією Г. Фіхтенгольца.

Наприклад, якщо говорити про теоретичний матеріал, що стосується виведення формули довжини дуги  $l$  деякої спрямлюваної, явно заданої кривої  $y = f(x)$ , то у всіх проаналізованих нами підручниках чи посібниках з математичного аналізу та вищої математики (а це близько трьох десятків) або зовсім не доводиться формула обчислення довжини дуги явно заданої функції, або ж пропонується наступна схема доведення:

1) доводиться відповідна теорема для кривої, яка задана параметрично, тобто досить громіздко (кілька сторінок доведення, див., наприклад [5], [6]) виводиться формула

$$l = \int_{\alpha}^{\beta} \sqrt{(\varphi(t)')^2 + (\phi(t)')^2}, t \in [\alpha; \beta], \alpha, \beta \in R, x = \varphi(t), y = \phi(t); \quad (1)$$

2) потім припускається, що

$$x = \varphi(t) = t, y = \phi(t) = f(t), \quad t \in [a; b]$$

і отримується відома ще з ШКМ формула

$$l = \int_a^b \sqrt{1 + (f(x)')^2} dx, x \in [a; b], a, b \in R. \quad (2)$$

На нашу думку доцільніше було б безпосередньо довести формулу (2) не використовуючи громіздке доведення, яке необхідне для встановлення співвідношення (1).

<sup>3</sup> Фіхтенгольц Г. М. Основы математического анализа / Г. М. Фіхтенгольц. – М. : Наука, 1964. – Т. 1. – 440 с.

<sup>4</sup> Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа: В 2-е.: Т.1. Дифференциальное и интегральное исчисления функции одной переменной. Ряды. – Висагинас: «Alfa», 1998. – 400 с.  
соромся

<sup>5</sup> Фіхтенгольц Г. М. Основы математического анализа / Г. М. Фіхтенгольц. – М. : Наука, 1964. – Т. 1. – 440 с.

<sup>6</sup> Давидов М.О. Курс математичного аналізу / М. О. Давидов. – К. : Вища школа, 1990. Ч. 1. – 384 с.



Далі проведемо доведення формули (2) за допомогою репрезентативно-ілюстративного методу. Нагадаємо, що цей спосіб є не новим і він був відомий ще за часів Діофанта і успішно використовується у сучасній статистиці, економічній теорії та інших дисциплінах. Як зазначає С. Гирлін [7] суть цього методу полягає в тому, що «міркування проводяться із використанням представників певного класу об'єктів, що розглядаються». Дійсно у перекладі з англійської мови «represent» означає представляти, а французький аналог «representant» - представник. Таким чином ми будемо розуміти під цим методом такий набір (мінімальний) засобів, що дозволяє відтворювати основні характеристики досліджуваного об'єкту. У свою чергу репрезентативність будемо досягати за рахунок формування оптимального, доступного та раціонального шляху доведення тих чи інших математичних тверджень.

Доведемо наступну теорему 1 використовуючи репрезентативно-ілюстративний метод.

**Теорема 1. (про довжину кривої заданої явно)** Нехай маємо явно задану криву, яка визначається рівнянням  $y = f(x)$ . Тоді, якщо функція  $f(x)$  визначена, неперервна разом із своєю похідною першого порядку на відрізку  $[a; b]$ , то довжина такої кривої обчислюється за формулою (2).

#### Доведення.

1) Спочатку зобразимо на рисунку 1 геометричну ілюстрацію до теореми показавши (T)-розбиття відрізка  $[a; b]$  та зобразивши криву. Зауважимо, що на рисунку спеціально (візуально) акцентується увага, що точки  $x_0, x_1, x_2, \dots$  розбивають відрізок  $[a; b]$  довільним чином, а не на рівні частини (це одна з типових помилок, які допускають студенти та молоді викладачі).

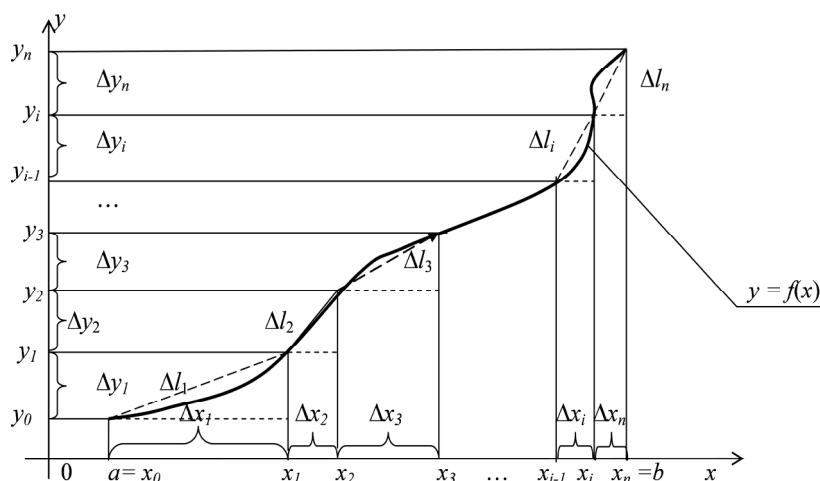


Рис. 1

<sup>7</sup> Гирлін С.К. Иллюстративно-репрезентативное доказательство теоремы ферма о необходимом условии существования экстремума функции / С. К. Гирлин, И. В. Кузнецов, 2009. – Режим доступа: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/pspo/2009\\_22\\_2/girlin.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/pspo/2009_22_2/girlin.pdf)

2) Позначимо довжини відповідних відрізків через  $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \dots, \Delta x_n,$   
 $\Delta y_1, \Delta y_2, \Delta y_3, \dots, \Delta y_n$  та ламаних  $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \dots, \Delta l_n$  (див. рис. 1). Тоді справедливо, що

$$\Delta x_1 = x_1 - x_0;$$

$$\Delta x_2 = x_2 - x_1;$$

$$\Delta x_3 = x_3 - x_2;$$

.....

$$\Delta x_i = x_i - x_{i-1};$$

.....

$$\Delta x_n = x_n - x_{n-1};$$

$$\Delta y_1 = y_1 - y_0;$$

$$\Delta y_2 = y_2 - y_1;$$

$$\Delta y_3 = y_3 - y_2;$$

.....

$$\Delta y_i = y_i - y_{i-1};$$

.....

$$\Delta y_n = y_n - y_{n-1}.$$

Тоді, використовуючи теорему Піфагора, будемо мати

$$\Delta l_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2};$$

$$\Delta l_2 = \sqrt{x_2^2 + y_2^2};$$

.....

$$\Delta l_n = \sqrt{x_n^2 + y_n^2}.$$

Отже, довжину ламаної обчислюватимемо як суму довжин відповідних відрізків

$$l_n = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \dots + \Delta l_n = \sum_{i=1}^n l_i.$$

3) Позначимо найбільший відрізок ( $T$ )-розбиття відрізка  $[a; b]$  через

$$\lambda = \max_{i=1,2,\dots,n} \Delta x_i.$$

Враховуючи теорему Лагранжа, будемо мати

$$\Delta y_i = y_i - y_{i-1} = f(x_i) - f(x_{i-1}) = f'(x^*) \Delta x_i, \quad x^* \in [x_{i-1}, x_i].$$

Тепер

$$\Delta l_n = \sqrt{x_n^2 + y_n^2}.$$

$$\begin{aligned}
 L_n &= \sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta x_i^2 + (f'(x_i^*)\Delta x_i)^2} = \\
 &= \sum_{i=1}^n |\Delta x_i| \sqrt{1 + (f'(x_i^*))^2} = \sum_{i=1}^n \sqrt{1 + (f'(x_i^*))^2} \Delta x_i.
 \end{aligned}$$

4) Враховуючи, що остання сума є інтегральною, тому можемо записати

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n \sqrt{1 + (f'(x_i^*))^2} \Delta x_i = \int_a^b \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx = l.$$

Отже, ми довели формулу (2).

**Висновки.** Таким чином, враховуючи низький математичний рівень підготовки студентів-першокурсників, оскільки за останні роки зміст навчального матеріалу з алгебри та початків аналізу значно розширився (наприклад, у ШКМ з 1963 до 1973 рр. не вивчалось інтегральне числення, до 1992 р. не вивчались елементи теорії границь тощо), то саме активізація використання репрезентативно-ілюстративного методу доведення математичних тверджень дасть змогу з одного боку відійти від формального сприйняття доволі складного математичного апарату, а з іншого – охопити якомога ширше коло математичних проблем, що значно розширить кругозір студентів і дозволить виконувати свої професійні завдання на більш високому рівні.

У результаті апробації запропонованого авторського способу доведення теореми 1 (про обчислення довжини дуги спрямлюваної кривої, яка задана явно) студентах першого курсу спеціальності «Інформатика» показали якість розуміння та наступного відтворення доведення на рівні 85%. У порівнянні із класичним способом вивчення даної теми результати були значно нижчі – 45%.

Таким чином, впровадження репрезентативно-ілюстративного методу доведення математичних тверджень надає можливість викладачам більш гнучко використовувати всі можливі сучасні засоби навчання, що сприяють розвитку логічного та абстрактного мислення студентів.

#### *Список використаної літератури*

1. Власенко К. В. Формування умінь і навичок студентів інженерних вищих навчальних закладів у процесі евристичної діяльності / К. В. Власенко // Рідна школа. – 2005. – № 4. – С. 55–58.
2. Максимова Т. С. Особливості самоосвіти майбутніх фахівців технічного профілю в процесі формування та розвитку їх професійно-орієнтованої евристичної діяльності / Т. С. Максимова // Дидактика математики: проблеми і дослідження: міжнар. зб. наук. робіт. – 2007. – Вип. 28. – С. 53–56.

3. Крилова Т. В. Шляхи активізації навчання математики у вищій технічній школі / Т. В. Крилова, П. О. Стеблянко, О. Ю. Орлова // Вісник Черкаського університету: серія «Педагогічні науки». – 2010. – Вип. 181. – С. 47–53.
4. Слєпкань З.І. Методика навчання математики: Підруч. для студ. мат. спец. пед. навч. закл. - К.: Зодіак-Еко, 2000. - 512 с.
5. Гірлін С.К., Кузнєцов І.В. Наочні методи доведень теорем // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових робіт: Труды міжнародної науково - методичної конференції «Математична освіта в Україні: минуле, сьогодення, майбутнє». – Вип. 28. - Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2007. – С. 140 – 144.

***Олали Н.В., Зализко В.Д. Об особенностях репрезентативно-иллюстративного способа доказательства некоторых теорем математического анализа с учетом профессиональной направленности студентов.***

*В работе приведен авторский способ доказательства теоремы о вычислении длины явно заданной спрямляемых дуги и показаны преимущества репрезентативно-иллюстративного доказательства этой теоремы для студентов нематематических специальностей.*

***Ключевые слова:*** спрямляемая дуга, репрезентативно-иллюстративный метод, математический анализ, нематематические специальности.

***Olali N.V., Zalizko V.D. On the specifics using of representative and illustrative way for proving of some theorems of mathematical analysis based on professional orientated direction of students.***

*In this paper we presents the author's way of proving theorem about calculating the length of immediately defined rectifiable arc and shows advantages of representative and illustrative proof of this theorem for students of non-mathematical specialities.*

***Keywords:*** rectifiable arc, representative and illustrative way, mathematical analysis, non-mathematical specialities.

*Пухтар М.П.  
Славутицька філія Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут»  
Трунова О.В.  
Чернігівський національний технологічний університет*

## **МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ ЯК ЧИННИК УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ СТОХАСТИКИ**

*Визначені завдання і принципи, які необхідно реалізувати для удосконалення процесу навчання стохастики через здійснення змістовної і діяльнійної інтеграції вищої математики та теорії ймовірностей. Розглянуто приклади обчислення інтегралів, які використовуються в теорії ймовірностей, зокрема при вивченні нормального закону розподілу.*

**Ключові слова:** міжпредметні зв'язки, інтеграція навчальних дисциплін, стохастика, інтегральне числення, нормальний закон розподілу.

**Постановка проблеми.** Однією з важливих умов вдосконалення навчально-виховного процесу та формування у студентів умінь самостійно аналізувати явища і процеси, які відбуваються в природі і суспільстві, є послідовна і повна реалізація органічного взаємозв'язку різних навчальних предметів, що ґрунтується на системному здійсненні міжпредметних зв'язків.

Сьогодні у зв'язку із збільшенням обсягу програмного матеріалу, який підлягає засвоєнню в період навчання, а також з необхідністю підготовки до самоосвіти, важливе значення набуває вивчення ролі міжпредметних зв'язків.

**Аналіз основних досліджень.** Проблему міжпредметних зв'язків можна віднести до числа традиційних, що вже стали класичними проблемами методики навчання різних навчальних дисциплін. У своїх працях Г.І. Батуріна, Н.А. Борисенко, А.І. Єрьомкін, І.Д. Зверев, Н.А. Лошкарьова, В.М. Максимова, А.В. Усова, Г.Ф. Федорець, В.М. Янцен та інші підкреслювали важливе значення реалізації міжпредметних зв'язків під час вивчення різних дисциплін.

Розширювати міжпредметні зв'язки та посилювати прикладну спрямованість змісту навчання пропонували в своїх дослідженнях В.П. Берман, М.І. Бурда, І.Д. Зверев, І.А. Зімня, М.Я. Ігнатенко, М.І. Махмутов, З.І. Слєпкань, Л.О. Соколенко, В.В. Фірсов, А.В. Хуторський та ін. Слід зазначити, що проблемі реалізації міжпредметних зв'язків в ВНЗ присвячено дослідження українських вчених Г.Я. Дутки, В.І. Клочка, Т.В. Крилової, Л.Р. Романишиної, З.І. Слєпкань та ін. В сучасній педагогіці міжпредметні зв'язки переросли в проблему інтегрованого пізнання.

«Інтеграція це – доцільне об'єднання та координація дій різних частин цілісної системи» [1, С.401]. Словосполучення «інтеграція навчання» тлумачиться як «відбір та об'єднання навчального матеріалу з різних предметів з метою цілісного, системного й різнобічного вивчення важливих наскрізних тем (тематична інтеграція); це створення інтегрованого змісту навчання – предметів, які об'єднували б в єдине ціле знання з різних галузей» [2, С.16].

Всі галузі сучасної науки тісно пов'язані між собою, тому й навчальні дисципліни не можуть бути ізольованими одна від одної. Таким чином, необхідно розвивати міждисциплінарність сучасної науки. Забезпечення інтеграції у процесі підготовки майбутніх спеціалістів у різних галузях здійснюється через професійну спрямованість навчання математичних дисциплін на основі міжпредметних зв'язків. Професійна спрямованість навчання математичних дисциплін у підготовці майбутніх фахівців усуває наявні в багатопредметній системі навчання суперечності між розрізненими знаннями з окремих предметів, сприяє вдосконаленню процесу формування комплексних знань, умінь та навичок, синтезу цих знань й їх комплексному застосуванню на практиці, тобто предметних і професійних компетентностей.

**Метою статті** є виявлення та дослідження міжпредметних зв'язків у процесі навчання вищої математики та стохастики.

**Виклад основного матеріалу.** На основі аналізу наведених трактувань міжпредметні зв'язки курсів вищої математики та стохастики розглядаємо як цілеспрямований процес взаємного використання та взаємного доповнення змісту та методів навчання вище зазначених дисциплін.

Разом з теоретичним визначенням сутності міжпредметних зв'язків досить важливою є проблема їхньої практичної реалізації. Засобами практичної реалізації міжпредметних зв'язків вищої математики та стохастики є: прикладний зміст теоретичних понять; задачі прикладної спрямованості; лабораторний практикум. Міжпредметні зв'язки в навчанні відображають комплексний підхід до виховання і навчання, дозволяють виділяти як головні елементи змісту освіти. Вони формують конкретні знання, розкривають гносеологічні проблеми, без яких неможливе системне засвоєння основ наук. Міжпредметні зв'язки включають студентів в оперування пізнавальними методами, що мають загальнонауковий характер (абстрагування, моделювання, узагальнення, аналогія та інші).

Організація навчально-виховного процесу на основі міжпредметних зв'язків може торкатися окремих занять (частіше узагальнюючих), теми, що підлягає розв'язанню міжпредметної проблеми, декількох тем різних дисциплін, цілого циклу навчальних дисциплін або встановлювати взаємозв'язок між циклами.

Для підвищення якості освіти та удосконалення процесу навчання через здійснення змістовної і діяльнісної інтеграції вищої математики і стохастики необхідна реалізація наступних завдань:

- узгодження з викладачами відповідних дисциплін можливих тем або питань для їх сумісного вивчення;
- визначення переліку міжпредметних зв'язків між вищою математикою і стохастикою;
- внесення змін в тематичне і поурочне планування;
- вивчення інтересів студентів до стохастики, підвищення їх активності в пізнавальній діяльності;
- поповнення педагогічного досвіду різними технологіями, методиками, формами і методами організації пізнавальної діяльності на заняттях з вищої математики і стохастики.

Використовування інтеграційних тем і міжпредметних зв'язків відображається в тематичному плануванні і вбудовується в проект заняття.

Важливо розуміти, що інтеграційні теми і міжпредметні зв'язки можна використовувати на різних етапах сучасного заняття: актуалізації знань, вивчення нового матеріалу, перевірки і закріплення вивченого матеріалу, домашнього завдання і навіть при контролі знань.

При розробці і організації навчальних занять необхідно дотримуватись принципів:

- *свободи вибору*: в будь-якій повчальній або управляючій дії, де тільки можливо, надати право вибору. З однією тільки важливою умовою - право вибору завжди врівноважується усвідомленою відповідальністю за свій вибір;

- *відвертості*: не тільки давати знання - але ще і показувати їх межі. Ставити перед студентами проблеми, розв'язання, яких лежать за межами курсу, що вивчається. Використовувати в навчанні проблемні питання і задачі, що не мають однозначної відповіді;

- *діяльності*: освоєння студентами знань, умінь, навичок переважно в діяльнісній формі. «Напханий знаннями студент, що не вміє їх використовувати нагадує фаршировану рибу, яка не може плавати», - говорив академік А.Л. Мінц. А.Б. Шоу стверджував: «Єдиний шлях, що веде до знання, - це діяльність»;

- *зворотного зв'язку*: забезпечити моніторинг процесу навчання за допомогою розвинутої системи прийомів зворотного зв'язку;

- *ідеальності*: максимально використовувати можливості, знання, інтереси студентів з метою підвищення результативності навчання і зменшення викладачем витрат часу в процесі освіти.

Шляхи здійснення даних напрямів можуть бути найрізноманітнішими. А вибрані форми і методи організації навчального процесу сприяють різносторонньому використанню міжпредметних зв'язків. Останні спонукають до пошуку нових методик, що вимагають взаємодії викладачів відповідних предметів. Викладач не повинен діяти поодиночці, а працювати в співдружності з своїми колегами.

В більшості навчальних планів вузів вища математика і стохастика вивчаються як дві самостійні математичні дисципліни.

А.В. Скороход [4] вважає, що «...теорія ймовірностей посідає серед математичних наук особливе місце, ...теорія ймовірностей виступає до всієї іншої математики як споживач. Спеціалісти з теорії ймовірностей широко використовують у своїй роботі різноманітні математичні методи ... досить складний математичний апарат, що використовується для розв'язування задач з простими формулюваннями».

Процес навчання стохастики ускладнюється і тим, що кількість годин відведена на вивчення дисципліни на нашу думку не є достатнім для засвоєння.

В теорії ймовірностей широко застосовуються методи вищої математики (математичного аналізу). Зокрема, при вивченні розподілів і їх моментів використовуються різні види інтегралів, що мають загальний математичний інтерес. Найчастіше у професійній діяльності використовується нормальний закон розподілу.

Нормальний закон розподілу (normal law of distribution) (який ще називається законом Гаусса) відіграє виключно важливу роль в теорії ймовірностей і займає серед інших законів розподілу особливе місце. Це закон, який найчастіше зустрічається на практиці. Головна особливість, яка виділяє нормальний закон серед інших законів, полягає в тому, що він є граничним законом, до якого наближаються всі інші закони розподілу.

Нормальний розподіл з параметрами  $a \in R$ ,  $\sigma > 0$  задається щільністю

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (x \in R).$$

Графіки щільностей нормальних розподілів з параметрами  $a = 0$ ,  $\sigma = 1, 2, 3$  мають вигляд, наведений на рис. 1. Вершина графіка завжди знаходиться в точці  $a$ , зрозуміло що  $f(x) \geq 0$ .

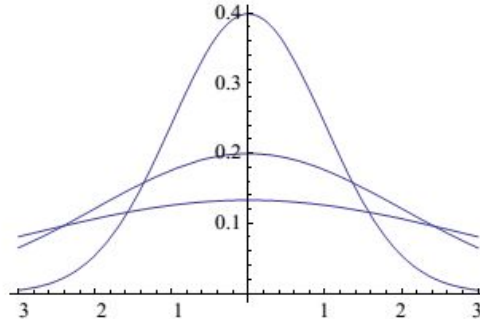


Рис. 1. Щільності нормальних розподілів

Нормованість функції  $f(x)$ , що розглядається впливає з класичної формули

Пуассона  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-u^2} du = \sqrt{\pi}$ . Заміна  $u = \frac{x-a}{\sigma\sqrt{2}}$  в інтегралі дає:

$$\sqrt{\pi} = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-u^2} du = \frac{1}{\sigma\sqrt{2}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx. \quad \text{При діленні на } \sqrt{\pi} \text{ отримуємо}$$

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx = 1. \quad \text{Отже, функція } f(x) \text{ нормована.}$$

Проведемо дослідження функції  $f(u) = e^{-u^2}$  ( $u \in R$ ), використовуючи стандартні правила математичного аналізу. Графік функції  $f(u)$  має вигляд, наведений на рис. 2.

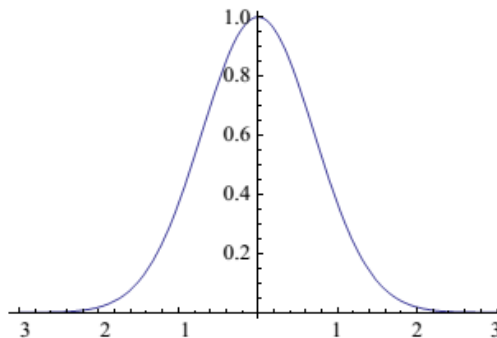


Рис. 2. Графік функції  $f(u) = e^{-u^2}$

Функція  $f(u)$  парна:  $f(-u) = f(u)$ . Її графік симетричний відносно осі ординат.

Оскільки  $e^z = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{z^n}{n!}$  ( $z \in R$ ), то функція  $f(u)$  аналітична і тому диференційована скільки завгодно разів (нескінченно диференційована). Перша і друга похідні функції  $f(u)$  мають наступний вигляд відповідно  $f'(u) = -2ue^{-u^2}$ ,  $f''(u) = (4u^2 - 2)e^{-u^2}$  і мають графіки (див. рис. 3, 4).



До того ж  $f'(u) > 0$  ( $u < 0$ ),  $f'(0) = 0$ ,  $f'(u) < 0$  ( $u > 0$ ), то функція  $f(u)$  зростає при  $u < 0$ , спадає при  $u > 0$  і в точці  $u = 0$  має єдиний локальний максимум  $f(0) = 1$ . Цей максимум є найбільшим значенням функції  $f(u)$ . Локальних мінімумів і найменшого значення функція  $f(u)$  не має. Нижня границя множини її значень дорівнює 0.

Нулями другої похідної  $f''$  є корені  $u_1 = -\frac{1}{\sqrt{2}}$  і  $u_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}$  рівняння  $4u^2 - 2 = 0$ .

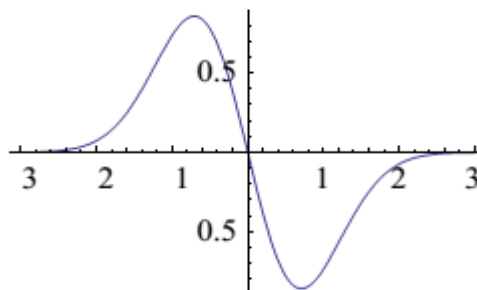


Рис. 3. Графік функції  $f'(u) = -2ue^{-u^2}$

Крім того,  $f''(u) < 0$  ( $|u| < \frac{1}{\sqrt{2}}$ ),  $f''(u) > 0$  ( $|u| > \frac{1}{\sqrt{2}}$ ). Отже, перша похідна  $f'$  спадає при  $|u| < \frac{1}{\sqrt{2}}$  і зростає при  $|u| > \frac{1}{\sqrt{2}}$ . Отже,  $u_1$  є точкою перегину функції  $f$ . Угнутість графіка функції переходить в опуклість. За симетрією  $u_2$  теж є точкою перегину функції  $f$ . У ній опуклість графіка функції переходить в угнутість. На графіку це добре видно.

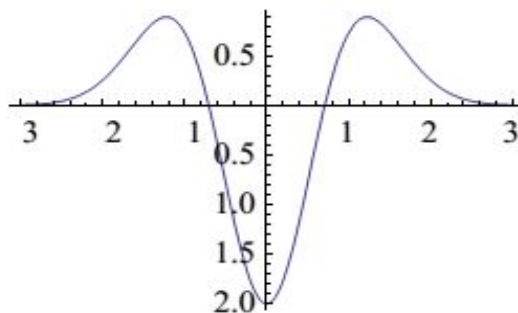


Рис. 3. Графік функції  $f''(u) = (4u^2 - 2)e^{-u^2}$

Змінимо позначення для щільності нормального розподілу і розглянемо функцію

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (x \in \mathbb{R}).$$

Тут  $a \in \mathbb{R}$ ,  $\sigma > 0$ . Функція  $p$ , отримана з функції  $f(u) = e^{-u^2}$  підстановкою  $u = \frac{x-a}{\sigma\sqrt{2}}$

і множенням на число  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$ :  $p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} f\left(\frac{x-a}{\sigma\sqrt{2}}\right)$ .

За аналогією до властивостей функції  $f$  впливає, що функція  $p$  зростає при  $x < a$ , спадає при  $x > a$  і в точці  $x = a$  має єдиний локальний максимум  $p(a) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$ . Цей максимум є найбільшим значенням функції  $p$ . Його величина оберненопропорційна величині параметра  $\sigma$ . Локальних мінімумів і найменшого значення функція  $p$  не має.

Нижня грань множини значень функції  $p$ , як і функції  $f$ , дорівнює 0. Точки  $x = a - \sigma$ ,  $x = a + \sigma$  є точками перегину функції  $p$ .

Доведемо, що інтеграл  $J = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-u^2} du$  дорівнює  $\sqrt{\pi}$ . Розглянемо пов'язані з ним

$$\text{інтеграли } I_0 = \int_0^1 e^{-u^2} du, I_1 = \int_1^{\infty} e^{-u^2} du, I = I_0 + I_1 = \int_0^{\infty} e^{-u^2} du.$$

Зрозуміло, що  $I_0 < \infty$ . Якщо  $I_1 < \infty$ , то  $I < \infty$ . Оскільки функція  $f(u) = e^{-u^2}$  парна, то

$$J = \int_0^{\infty} e^{-u^2} du + \int_{-\infty}^0 e^{-u^2} du = \int_0^{\infty} e^{-u^2} du + \int_0^{\infty} e^{-u^2} du = 2I.$$

Таким чином, для доведення збіжності інтеграла  $J$  достатньо довести збіжність інтеграла  $I_1$ . Функція  $f(u) = e^{-u^2}$  мажорується інтегрованою на інтервалі  $[0; +\infty)$  функцією  $h(u) = u^{-2}$ :

$$e^{u^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{u^{2n}}{n!} = 1 + u^2 + \dots > u^2, \quad e^{-u^2} = \frac{1}{e^{u^2}} < u^{-2}.$$

Оскільки,  $F'(u) = u^{-2}$  для  $F(u) = -u^{-1}$ , то  $\int_1^{\infty} u^{-2} du = F(\infty) - F(1) = \lim_{u \rightarrow \infty} (u^{-1} - 1) = 1$ .

Отже,  $I_1 < 1$  і  $J < \infty$ . Невласний інтеграл  $J$  збіжний. Обчислимо його. Враховуючи важливість інтеграла, пропонуємо розглянути три різні способи.

*Перший спосіб.* Оскільки  $J = 2I$ , то достатньо обчислити інтеграл  $I$ . Для цього введемо параметр  $t > 0$  і виконаємо заміну  $u = tx$ . Тоді для кожного  $x > 0$  маємо

$$I = \int_0^{\infty} e^{-t^2 x^2} x dt.$$

Домножимо обидві частини цієї рівності на  $e^{-x^2}$  і проінтегруємо їх по  $x$  на  $[0; +\infty)$ :

$$\int_0^{\infty} I e^{-x^2} dx = \int_0^{\infty} e^{-x^2} \left( \int_0^{\infty} e^{-t^2 x^2} x dt \right) dx. \quad (1)$$

Для інтеграла в лівій частині виконуються рівності

$$\int_0^{\infty} I e^{-x^2} dx = I \int_0^{\infty} e^{-x^2} dx = I^2. \quad (2)$$

У правій частині рівності (1) винесемо незалежну від  $t$  функцію  $e^{-x^2}$  під внутрішній інтеграл, застосовуючи теорему Фубіні про подвійні і повторні інтеграли, й змінюючи порядок інтегрування за змінними  $x$  і  $t$  отримуємо

$$\int_0^{\infty} e^{-x^2} \left( \int_0^{\infty} e^{-t^2 x^2} x dt \right) dx = \int_0^{\infty} \left( \int_0^{\infty} e^{-(1+t^2)x^2} x dx \right) dt. \quad (3)$$

Внутрішній інтеграл обчислюється таким чином ( $u = (1+t^2)\delta^2$ ):

$$\int_0^{\infty} e^{-(1+t^2)x^2} x dx = \frac{1}{2(1+t^2)} \int_0^{\infty} e^{-u} du = \frac{1}{2(1+t^2)}. \quad (4)$$

Підставивши (4) у (3), отримуємо:

$$\int_0^{\infty} \left( \int_0^{\infty} e^{-(1+t^2)x^2} x dx \right) dt = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{1}{1+t^2} dt. \quad (5)$$

Оскільки  $F'(t) = \frac{1}{1+t^2}$  для  $F(t) = \arctgt$ , то

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{1+t^2} dt = F(\infty) - F(0) = \lim_{t \rightarrow \infty} \arctgt - \arctg 0 = \frac{\pi}{2}. \text{ Тому}$$

$$\int_0^{\infty} \left( \int_0^{\infty} e^{-(1+t^2)x^2} x dx \right) dt = \frac{1}{2} \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{4}. \quad (6)$$

Рівності (1)-(6) дають:  $I^2 = \frac{\pi}{4}$ ,  $I = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$ ,  $J = 2I = \sqrt{\pi}$ .

*Другий спосіб.* За теоремою Фубіні  $J^2$  можна представити подвійним інтегралом:

$$J^2 = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx \int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2} dy = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-(x^2+y^2)} dx dy. \quad (7)$$

Графіки функції  $f(x, y) = e^{-(x^2+y^2)}$  і її зріз площиною  $z = \frac{1}{2}$  мають вигляд представлений на рис. 5, 6.

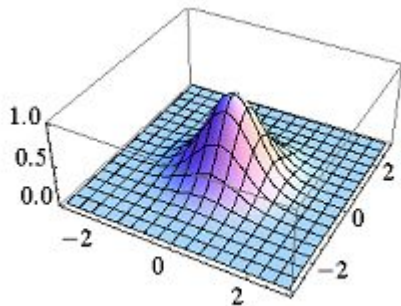


Рис. 5.

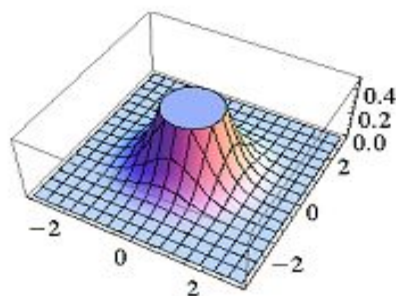


Рис. 6.

Кожний переріз функції  $f$  площиною  $z = c$ ,  $0 < c < 1$  паралельної координатній площині  $xy$ , утворює коло радіуса  $r(z) = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{-\ln z}$  ( $0 < z < 1$ ).

Площа круга радіуса  $r(z)$  дорівнює  $S(z) = \pi r^2(z) = -\pi \ln z$ . Через подвійний інтеграл (7) можна виразити об'єм  $V(f)$  підграфіка  $\{(x, y, z) : 0 < z \leq f(x, y)\}$  функції  $f$ . За принципом Кавальєрі, що випливає з теореми Фубіні, цей об'єм дорівнює інтегралу площ  $S(z)$  перерізів:

$$V(f) = \int_0^1 S(z) dz = -\pi \int_0^1 \ln z dz.$$

$$\text{Інтегруючи за частинами, знаходимо: } \int_0^1 \ln z dz = z \ln z \Big|_0^1 - \int_0^1 z d \ln z = - \int_0^1 dz = -1.$$

Звідси і з рівності (7) випливає, що  $J^2 = V(f) = \pi$ ,  $J = \sqrt{\pi}$ .

*Третій спосіб.* Подвійний інтеграл у рівності (7) можна обчислити, якщо перейти до полярних координат  $x = r \cos \varphi$ ,  $y = r \sin \varphi$ . У цих координатах  $x^2 + y^2 = r^2$  і  $dx = \cos \varphi dr - r \sin \varphi d\varphi$ ,  $dy = \sin \varphi dr + r \cos \varphi d\varphi$ .

При заміні змінних у подвійних інтегралах використовується антикомутативний (зовнішній) добуток диференціальних форм, при якому  $drd\varphi = -d\varphi dr$ ,  $drdr = d\varphi d\varphi = 0$ .

Тому  $dxdy = (\cos \varphi dr - r \sin \varphi d\varphi) \cdot (\sin \varphi dr + r \cos \varphi d\varphi) = r(\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) drd\varphi = r drd\varphi$ .

При переході до полярних координат декартова площина  $R^2 = \{(x, y) : -\infty < x < \infty, -\infty < y < \infty\}$  замінюється полярною  $R^2 = \{(r, \varphi) : 0 < r < \infty, 0 \leq \varphi < 2\pi\}$ . У підсумку отримуємо рівність

$$\int_{-\infty-\infty}^{\infty} \int_{-\infty-\infty}^{\infty} e^{-(x^2+y^2)} dxdy = \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} r e^{-r^2} drd\varphi. \quad (8)$$

За теоремою Фубіні подвійний інтеграл у правій частині (8) дорівнює добутку наступних інтегралів:

$$\begin{aligned} \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} r e^{-r^2} drd\varphi &= \left( \int_0^{\infty} r e^{-r^2} dr \right) \cdot \left( \int_0^{2\pi} d\varphi \right), \int_0^{\infty} r e^{-r^2} dr = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} e^{-u^2} du = -\frac{1}{2} e^{-u} \Big|_0^{\infty} = \frac{1}{2}, \\ \int_0^{2\pi} d\varphi &= 2\pi, \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} r e^{-r^2} drd\varphi = \pi. \end{aligned} \quad (9)$$

З рівностей (7)-(9) випливає, що  $J^2 = \pi$ ,  $J = \sqrt{\pi}$ .

При переході від  $dxdy$  до  $drd\varphi$  у подвійному інтегралі часто використовується якобіан

$$\det \begin{pmatrix} x'_r & y'_r \\ x'_\varphi & y'_\varphi \end{pmatrix} = \det \begin{pmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \\ -r \sin \varphi & r \cos \varphi \end{pmatrix} = r,$$

який дає ту ж саму рівність для переходу, що й антикомутативний добуток диференціальних форм:

$$dxdy = \det \begin{pmatrix} x'_r & y'_r \\ x'_\varphi & y'_\varphi \end{pmatrix} drd\varphi = r drd\varphi.$$

Ця рівність пов'язує площу декартового прямокутника  $dxdy$  з площею його образу при переході до полярних координат. Визначник грає в ньому роль коефіцієнта спотворення.

У теорії ймовірностей широко застосовуються різні модифікації функцій [3, Гл. 16]

$$Erf(x) = \int_0^x e^{-u^2} du, \quad Erfc(x) = \int_x^{\infty} e^{-u^2} du \quad (x \in R).$$

Ці функції називаються функціями похибок. З формули Пуассона випливає, що

$$Erf(x) + Erfc(x) = \int_0^{\infty} e^{-u^2} du = \frac{\sqrt{\pi}}{2}.$$

Тому функції похибок часто нормуються множником  $\frac{2}{\sqrt{\pi}}$  [5, § 6].

**Висновки.** Запропоновані приклади можуть бути використані безпосередньо в навчальному процесі на лекційних, практичних та лабораторних заняттях у формі самостійних та індивідуальних робіт, при виконанні рефератів і наукових досліджень.

Таким чином, використання міжпредметних зв'язків на заняттях з вищої математики та стохастики дозволяє: підвищити мотивацію студентів до вивчення відповідних дисциплін; краще засвоїти матеріал як вищої математики так і стохастики, що підвищить якість знань; активізувати пізнавальну діяльність студентів на заняттях; полегшити розуміння студентами стохастичних явищ і процесів, що вивчаються; аналізувати, зіставляти факти з вищої математики і стохастики; здійснювати цілісне наукове сприйняття навколишнього світу; якнайповніше реалізувати професійно-освітні можливості кожного студента.

### **Список використаної літератури**

1. Великий тлумачний словник сучасної української мови / Уклад. і голов. ред. В.Т. Бусел. – К.: Ірпінь: ВТФ "Перун", 2001. – 1440 с.
2. Короткий термінологічний словник з педагогіки. Укладач С.Г. Мельничук. – Кіровоград, 2004. – 34 с.
3. Кратцер А., Франц В. Трансцендентные функции. М.: ИЛ, 1963. – 468 с.
4. Скороход А.В. Особливий характер теорії ймовірності в математичних науках // У світі математики. - 1997. - Т.3. - Випуск 2. - С.2-4.
5. Уитткер Э. Т., Ватсон Дж. Н. Курс современного анализа, 1–2. М.: ФМ, 1962–1963. – 546 с.

***Пихтарь Н.П., Трунова Е.В. Межпредметные связи как фактор усовершенствования процесса обучения стохастике.***

*Определены задачи и принципы, которые необходимо реализовать для усовершенствования процесса обучения стохастике через осуществление содержательной и деятельностной интеграции высшей математики и теории вероятностей. Рассмотрены примеры вычисления интегралов, используемые в теории вероятностей, в частности при изучении нормального закона распределения.*

***Ключевые слова:*** межпредметные связи, интеграция учебных дисциплин, стохастика, интегральное исчисление, нормальный закон распределения.

***Pikhtar M.P., Trunova O.V. Interdisciplinary communications as the factor of improvement of process of stochastics training.***

*Defined objectives and principles that must be implemented to improve the learning process through the implementation of stochastics content and activity integration of higher mathematics and probability theory. Examples are considered for calculating integrals used in probability theory, in particular the study of the normal law of distribution.*

***Keywords:*** interdisciplinary communication, integration of disciplines, stochastic, integral calculus, normal law of distribution.

*Томашук О.П.  
Національний авіаційний університет  
Репета В.К.  
Національний авіаційний університет  
Лещинський О.Л.*

*Промислово-економічний коледж Національного авіаційного університету*

## ОСНОВНІ МЕТОДИ ЗНАХОДЖЕННЯ ОБЛАСТІ ЗНАЧЕНЬ ФУНКЦІЇ

*Стаття знайомить читачів із основними методами знаходження області значень функції та відповідними твердженнями, на яких ґрунтуються ці методи. Розглядається значна кількість задач на знаходження області значень функції.*

**Ключові слова:** *властивості функцій, область значень функції, методи.*

Одним із важливих умінь, яким повинні володіти випускники середніх загальноосвітніх навчальних закладів, є вміння розв'язувати задачі на знаходження області значень функції. На жаль, у більшості учнів такі задачі викликають значні труднощі. Підтвердженням цього є результати зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) з математики. Наприклад, завдання «Знайти область значень функції  $y = \sqrt{x^2 + 9} - 6$ » правильно розв'язали лише 26% абітурієнтів. По інших завданнях такого типу результати не є кращими. На нашу думку, такі невтішні результати пов'язані з тим, що в школі дуже мало уваги приділяють розв'язуванню задач на знаходження області значень функції. У школі основну увагу приділяють розв'язуванню задач на знаходження області визначення функції. Навчити розв'язувати задачі такого типу значно простіше, оскільки для цього учні повинні знати області визначення основних елементарних функцій та вміти розв'язувати різні види рівнянь і нерівностей. Розв'язувати ж задачі на знаходження області значень функції у школі практично не вчать. Хоча шкільні підручники і містять задачі такого типу, але пояснення, які є у розв'язаннях цих задач, не є логічно досконалими. Здебільшого вони ґрунтуються на твердженнях, що попередньо не були сформульованими. Крім цього, шкільні підручники не містять матеріалу, який би знайомив учнів з основними методами знаходження області значень функції.

Мета цієї статті – ознайомити учнів і вчителів із основними методами знаходження області значень функції та відповідними твердженнями, на яких ґрунтуються ці методи.

Спочатку розглянемо необхідні поняття.

Залежність змінної  $y$  від змінної  $x$  називають *функцією*, якщо кожному значенню  $x$  відповідає єдине значення  $y$ . Змінну  $x$  називають *незалежною змінною* або *аргументом*,  $y$  – *залежною змінною*.

Множину всіх значень, яких набуває незалежна змінна  $x$ , називають *областю визначення функції* і позначають  $D(y)$ .

Множину всіх значень залежної змінної  $y$ , яких вона набуває при всіх значеннях  $x$  з області визначення функції, називають *областю значень функції* і позначають  $E(y)$ .

Функції: стала ( $y = c$ ), степенева ( $y = x^\alpha, \alpha \in R$ ), показникова ( $y = a^x, a > 0, a \neq 1$ ), логарифмічна ( $y = \log_a x, a > 0, a \neq 1$ ), тригонометричні ( $y = \sin x, y = \cos x, y = \operatorname{tg} x, y = \operatorname{ctg} x$ ), обернені тригонометричні ( $y = \arcsin x, y = \arccos x, y = \operatorname{arctg} x, y = \operatorname{arcctg} x$ ) називають *основними елементарними функціями*. З основних елементарних функцій за допомогою арифметичних операцій та операції утворення складеної функції можна утворювати нові функції. При цьому, якщо кількість таких операцій є скінченною, то утворену функцію називають *елементарною*. Наприклад, функції  $y = \frac{2 \sin x - 3}{x^5 + 3x}, y = \lg(\sin^2 x)$  є елементарними.

Нагадаємо області значень основних елементарних функцій та деяких елементарних функцій:

$$E(c) = \{c\}; \quad E(x^{2n-1}) = (-\infty; +\infty), n \in N; \quad E(x^{2n}) = [0; +\infty), n \in N;$$

$$E\left(\frac{1}{x^{2n-1}}\right) = (-\infty; 0) \cup (0; +\infty), n \in N; \quad E\left(\frac{1}{x^{2n}}\right) = (0; +\infty), n \in N;$$

$$E(x^\alpha) = [0; +\infty), \alpha - \text{неціле додатне число};$$

$$E(x^\alpha) = (0; +\infty), \alpha - \text{неціле від'ємне число};$$

$$E(a^x) = (0; +\infty); \quad E(\log_a x) = (-\infty; +\infty); \quad E(\sin x) = [-1; 1]; \quad E(\cos x) = [-1; 1];$$

$$E(\operatorname{tg} x) = R \setminus \left\{ \frac{\pi}{2} + \pi k, k \in Z \right\}, \quad E(\operatorname{ctg} x) = R \setminus \{ \pi k, k \in Z \}; \quad E(\arcsin x) = \left[ -\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2} \right];$$

$$E(\arccos x) = [0; \pi]; \quad E(\operatorname{arc} \operatorname{tg} x) = \left( -\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2} \right); \quad E(\operatorname{arcc} \operatorname{tg} x) = (0; \pi);$$

$$E(kx + b) = (-\infty; +\infty), k \neq 0; \quad E(kx + b) = \{b\}, k = 0; \quad E\left(\frac{k}{x}\right) = (-\infty; 0) \cup (0; +\infty), k \neq 0;$$

$$E(ax^2 + bx + c) = [y_0; +\infty), a > 0; \quad E(ax^2 + bx + c) = (-\infty; y_0], a < 0 \quad (y_0 - \text{ордината}$$

вершини параболи  $y = ax^2 + bx + c$ ).

Основні властивості, які використовують при знаходженні області значень функції.

*Властивість 1.* Якщо  $P$  – область значень функції  $y = f(x)$ , то область значень функцій  $y = f(-x), y = f(x+a), y = f(ax)$  ( $a \neq 0$ ) також є множина  $P$ .

Наприклад, областю значень функції  $y = \sin x$  є відрізок  $[-1; 1]$ . Тоді для функцій  $y = \sin(-x), y = \sin(x-3), y = \sin(2x)$  областю значень також є відрізок  $[-1; 1]$ .

*Властивість 2.* Якщо областю значень функції  $y = f(x)$  є проміжок  $\langle c; d \rangle^*$ , де

---

\* Під позначенням  $\langle c; d \rangle$  розуміють відрізок  $[c; d]$  або інтервал  $(c; d)$ , або піввідрізок  $[c; d)$ , або півінтервал  $(c; d]$ , причому  $c$  і  $d$  можуть бути як скінченними числами, так і дорівнювати нескінченності.

$c < d$ , то областю значень функції  $y = -f(x)$  є проміжок  $\langle -d; -c \rangle$ .

Наприклад,  $E(5^x) = (0; +\infty)$ . Тоді  $E(-5^x) = (-\infty; 0)$ .

*Властивість 3.* Якщо областю значень функції  $y = f(x)$  є проміжок  $\langle c; d \rangle$ , де  $c < d$ , то областю значень функції  $y = f(x) + a$  ( $a \in R$ ) є проміжок  $\langle c + a; d + a \rangle$ . При цьому, якщо  $c = -\infty$  ( $d = +\infty$ ), то  $c + a = -\infty$  ( $d + a = +\infty$ ).

Наприклад,  $E(x^2) = [0; +\infty)$ . Тоді  $E(x^2 - 1) = [0 - 1; +\infty - 1) = [-1; +\infty)$ .

*Властивість 4.* Якщо областю значень функції  $y = f(x)$  є проміжок  $\langle c; d \rangle$ , де  $c < d$ , то областю значень функції  $y = af(x)$  ( $a > 0$ ) є проміжок  $\langle ac; ad \rangle$ . При цьому, якщо  $c = -\infty$  ( $d = +\infty$ ), то  $ac = -\infty$  ( $ad = +\infty$ ).

Наприклад,  $E(\arctg x) = \left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right)$ . Тоді  $E(2 \arctg x) = (-\pi; \pi)$ .

*Властивість 5.* Кожна елементарна функція є неперервною на своїй області визначення.

Наприклад, функція  $y = \sqrt{x+4}$  – елементарна, тому вона є неперервною на проміжку  $[-4; +\infty)$ , який є областю визначення цієї функції.

Розглянемо основні методи знаходження області значень функції.

### **1. Використання властивостей неперервності і монотонності функції.**

Цей метод ґрунтується на таких теoreмах:

*Теорема 1.* Якщо функція  $y = f(x)$  неперервна і зростає на проміжку  $\langle a; b \rangle$ , то її областю значень на цьому проміжку є проміжок  $\langle f(a); f(b) \rangle$ . При цьому, якщо  $a = -\infty$  ( $b = +\infty$ ), то під записом  $f(a)$  ( $f(b)$ ) розуміють  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x)$  ( $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x)$ ).

Наприклад, функція  $f(x) = \sqrt{x} + 2$  неперервна і зростає на проміжку  $[0; +\infty)$ , який є її областю визначення. Оскільки  $f(0) = 2$  і  $f(+\infty) = \lim_{x \rightarrow +\infty} (\sqrt{x} + 2) = +\infty$ , то областю значень функції  $f(x) = \sqrt{x} + 2$  є проміжок  $[2; +\infty)$ .

*Теорема 2.* Якщо функція  $y = f(x)$  неперервна і спадає на проміжку  $\langle a; b \rangle$ , то її областю значень на цьому проміжку є проміжок  $\langle f(b); f(a) \rangle$ . При цьому, якщо  $a = -\infty$  ( $b = +\infty$ ), то  $f(a) = \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x)$  ( $f(b) = \lim_{x \rightarrow +\infty} f(x)$ ).

Наприклад, функція  $f(x) = 3 \arccos x$  неперервна і спадає на відрізку  $[-1; 1]$ , який є її областю визначення. Оскільки  $f(-1) = 3 \arccos(-1) = 3\pi$  і  $f(1) = 3 \arccos 1 = 0$ , то областю значень функції  $f(x) = 3 \arccos x$  є відрізок  $[0; 3\pi]$ .

*Теорема 3.* Сума скінченної кількості функцій, зростаючих на множині  $P$ , є зростаючою функцією на цій множині.



Наприклад, функція  $y = x^3 + 3^x + \operatorname{arctg} x$  зростає на інтервалі  $(-\infty; +\infty)$ , оскільки кожна із функцій  $y = x^3$ ,  $y = 3^x$ ,  $y = \operatorname{arctg} x$  зростає на цьому інтервалі.

*Теорема 4.* Сума скінченної кількості функцій, спадних на множині  $P$ , є спадною функцією на цій множині.

Наприклад, функція  $y = 0,5^x + \operatorname{arcsctg} x$  спадає на інтервалі  $(-\infty; +\infty)$ , оскільки кожна із функцій  $y = 0,5^x$ ,  $y = \operatorname{arcsctg} x$  спадає на цьому інтервалі.

*Теорема 5.* Нехай функція  $y = f(t)$  монотонна на проміжку  $\langle c; d \rangle$ , а функція  $t = g(x)$  монотонна на проміжку  $\langle a; b \rangle$  і  $g(x) \in \langle c; d \rangle$  для всіх  $x \in \langle a; b \rangle$ . Тоді складена функція  $y = f(g(x))$  монотонна на проміжку  $\langle a; b \rangle$ , а саме:

- а) зростає, якщо функції  $f$  і  $g$  одночасно зростають або одночасно спадають;
- б) спадає, якщо одна з функцій  $f$  і  $g$  зростає, а інша спадає.

Наприклад, функція  $y = \log_5^3 x$  зростає на інтервалі  $(0; +\infty)$ , який є її областю визначення, оскільки внутрішня функція  $t = \log_5 x$  і зовнішня функція  $y = t^3$  є зростаючими.

Функція  $y = 3^{\frac{1}{x}}$  визначена і спадає на кожному з інтервалів  $(-\infty; 0)$  і  $(0; +\infty)$ , оскільки внутрішня функція  $t = \frac{1}{x}$  є спадною, а зовнішня  $y = 3^t$  – зростаючою.

*Приклад.* Знайти область значень функції:

$$\text{а) } f(x) = \sqrt[4]{x-2} + \log_2 x; \quad \text{б) } f(x) = \operatorname{arcsctg} 2^x.$$

*Розв'язання.* а) Знайдемо область визначення функції:

$$\begin{cases} x-2 \geq 0, \\ x > 0, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \geq 2, \\ x > 0, \end{cases} \Leftrightarrow x \in [2; +\infty).$$

Отже,  $D(y) = [2; +\infty)$ .

Функція  $y = \sqrt[4]{x-2}$  зростає на проміжку  $[2; +\infty)$ . Функція  $y = \log_2 x$  зростає на інтервалі  $(0; +\infty)$ , а, отже, зростає на проміжку  $[2; +\infty)$ . Тоді за теоремою 3 функція  $f(x) = \sqrt[4]{x-2} + \log_2 x$  зростає на  $[2; +\infty)$ . Оскільки ця функція елементарна, то вона неперервна на своїй області визначення, тобто на проміжку  $[2; +\infty)$ . Оскільки  $f(2) = \sqrt[4]{2-2} + \log_2 2 = 1$ ,  $f(+\infty) = \lim_{x \rightarrow +\infty} (\sqrt[4]{x-2} + \log_2 x) = +\infty$ , то за теоремою 1 областю значень заданої функції є проміжок  $[1; +\infty)$ .

б) Областю визначення функції  $f(x) = \operatorname{arcsctg} 2^x$  є інтервал  $(-\infty; +\infty)$ . Ця функція є складеною. Внутрішня функція  $t = 2^x$  є зростаючою, а зовнішня функція  $y = \operatorname{arcsctg} t$  є спадною. Тому за теоремою 5 функція  $f(x) = \operatorname{arcsctg} 2^x$  спадає на інтервалі  $(-\infty; +\infty)$ . Крім цього, ця функція є елементарною. Тому вона неперервна на інтервалі  $(-\infty; +\infty)$ . Оскільки

$f(-\infty) = \lim_{x \rightarrow -\infty} \operatorname{arccctg} 2^x = \operatorname{arccctg} 0 = \frac{\pi}{2}$  (бо  $2^x \rightarrow 0$ , коли  $x \rightarrow -\infty$ ) і  $f(+\infty) = \lim_{x \rightarrow +\infty} \operatorname{arccctg} 2^x = 0$  (бо  $t = 2^x \rightarrow +\infty$ , коли  $x \rightarrow +\infty$  і  $\operatorname{arccctg} 2^x = \operatorname{arccctg} t \rightarrow 0$ , коли  $t \rightarrow +\infty$ ), то за теоремою 2 областю значень заданої функції є інтервал  $\left(0; \frac{\pi}{2}\right)$ .

*Відповідь:* а)  $[1; +\infty)$ ; б)  $\left(0; \frac{\pi}{2}\right)$ .

**2. Метод послідовного знаходження області значень проміжних функцій, із яких утворена складена функція.** Зміст цього методу розглянемо на прикладах.

*Приклад.* Знайти область значень функції:

$$\text{а) } y = \sqrt{x^2 + 9} - 6 \text{ (ЗНО); } \quad \text{б) } y = \left(\frac{1}{3}\right)^{2-5|\operatorname{tg} x|}.$$

*Розв'язання.* а) Послідовно знайдемо області значень проміжних функцій, із яких утворена задана функція:

$$E(x^2) = [0; +\infty), \quad E(x^2 + 9) = [9; +\infty) \text{ (вл.3).}$$

Позначимо  $x^2 + 9 = t$ . Тоді  $y = \sqrt{x^2 + 9} = \sqrt{t}$ , де  $t \in [9; +\infty)$ . На проміжку  $[9; +\infty)$  функція  $y = \sqrt{t}$  неперервна і зростає. Тому за теоремою 1 її областю значень є проміжок  $[\sqrt{9}; \sqrt{+\infty}) = [3; +\infty)$ . Тоді  $E(\sqrt{x^2 + 9} - 6) = [3 - 6; +\infty - 6) = [-3; +\infty)$ .

$$\text{б) } E(\operatorname{tg} x) = (-\infty; +\infty), \quad E(|\operatorname{tg} x|) = [0; +\infty), \quad E(5|\operatorname{tg} x|) = [0; +\infty) \text{ (вл.4),}$$

$$E(-5|\operatorname{tg} x|) = (-\infty; 0] \text{ (вл.2),} \quad E(2 - 5|\operatorname{tg} x|) = (-\infty; 2] \text{ (вл.3).}$$

Позначимо  $2 - 5|\operatorname{tg} x| = t$ . Тоді  $y = \left(\frac{1}{3}\right)^{2-5|\operatorname{tg} x|} = \left(\frac{1}{3}\right)^t$ , де  $t \in (-\infty; 2]$ . Функція  $y = \left(\frac{1}{3}\right)^t$  неперервна і спадає на проміжку  $(-\infty; 2]$ . Тому за теоремою 2 її областю значень є проміжок  $\left[\left(\frac{1}{3}\right)^2; \left(\frac{1}{3}\right)^{-\infty}\right) = \left[\frac{1}{9}; +\infty\right)$ .

*Відповідь:* а)  $[-3; +\infty)$ ; б)  $\left[\frac{1}{9}; +\infty\right)$ .

**3. Метод оцінювання.** Цей метод ґрунтується на такій теоремі:

*Теорема 6.* Якщо функція  $y = f(x)$  неперервна на проміжку  $\langle a; b \rangle$ ,  $A \leq f(x) \leq B$  для всіх  $x \in \langle a; b \rangle$  та існують  $x_1, x_2 \in \langle a; b \rangle$  такі, що  $f(x_1) = A$  і  $f(x_2) = B$ , то областю значень функції  $y = f(x)$  на проміжку  $\langle a; b \rangle$  є відрізок  $[A; B]$ .

*Приклад.* Знайти область значень функції  $y = 3 - 2 \cos^2 x$ .

*Розв'язання.*  $D(y) = (-\infty; +\infty)$ . Для всіх  $x \in (-\infty; +\infty)$  справедливі нерівності:

$$-1 \leq \cos x \leq 1, \quad 0 \leq \cos^2 x \leq 1, \quad 0 \leq 2 \cos^2 x \leq 2, \quad -2 \leq -2 \cos^2 x \leq 0, \quad 1 \leq 3 - 2 \cos^2 x \leq 3.$$

Оскільки  $y(0) = 3 - 2\cos^2 0 = 1$ ,  $y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 3 - 2\cos^2 \frac{\pi}{2} = 3$  і функція  $y = 3 - 2\cos^2 x$

неперервна на інтервалі  $x \in (-\infty; +\infty)$ , то за теоремою 6 її областю значень є відрізок  $[1; 3]$ .

*Відповідь:*  $[1; 3]$ .

*Зауваження.* Досить часто, довівши справедливість нерівності  $A \leq f(x) \leq B$  для всіх  $x \in D(f)$ , помилково роблять висновок, що  $E(f) = [A; B]$ . Насправді, такий висновок можна зробити лише тоді, коли додатково обґрунтовано, що функція  $y = f(x)$  неперервна на області визначення, та існують значення з області визначення, в яких функція набуває значень  $A$  і  $B$ . Як приклад, розглянемо функцію  $y = 12\sin x + 5\cos x$ . Для всіх  $x \in D(y) = (-\infty; +\infty)$  справедливі нерівності:

$$\begin{aligned} -1 \leq \sin x \leq 1, \quad -12 \leq 12\sin x \leq 12, \quad -1 \leq \cos x \leq 1, \quad -5 \leq 5\cos x \leq 5, \\ -12 - 5 \leq 12\sin x + 5\cos x \leq 12 + 5, \quad -17 \leq 12\sin x + 5\cos x \leq 17. \end{aligned}$$

Однак, областю значень функції  $y = 12\sin x + 5\cos x$  не є відрізок  $[-17; 17]$ , оскільки не має таких значень з області визначення, в яких би ця функція набувала значень  $-17$  і  $17$ . Насправді областю значень функції  $y = 12\sin x + 5\cos x$  є відрізок  $[-13; 13]$ . Доведемо це. Для цього спочатку перетворимо цю функцію, увівши допоміжний кут  $\varphi$ .

$$\begin{aligned} y = 12\sin x + 5\cos x &= \sqrt{12^2 + 5^2} \left( \frac{12}{\sqrt{12^2 + 5^2}} \sin x + \frac{5}{\sqrt{12^2 + 5^2}} \cos x \right) = \\ &= 13 \cdot \left( \frac{12}{13} \sin x + \frac{5}{13} \cos x \right). \end{aligned}$$

Оскільки  $\left(\frac{12}{13}\right)^2 + \left(\frac{5}{13}\right)^2 = 1$ , то числа  $\frac{12}{13}$  і  $\frac{5}{13}$  можна розглядати як  $\cos \varphi$  і  $\sin \varphi$

деякого допоміжного кута  $\varphi$ :  $\cos \varphi = \frac{12}{13}$  і  $\sin \varphi = \frac{5}{13}$ .

Тоді  $y = 13(\cos \varphi \sin x + \sin \varphi \cos x) = 13\sin(x + \varphi)$  і для всіх  $x \in (-\infty; +\infty)$  справедливі нерівності:  $-1 \leq \sin x \leq 1$ ,  $-1 \leq \sin(x + \varphi) \leq 1$ ,  $-13 \leq 13\sin(x + \varphi) \leq 13$ .

Функція  $y = 13\sin(x + \varphi)$  неперервна на інтервалі  $x \in (-\infty; +\infty)$ .

З рівностей  $\cos \varphi = \frac{12}{13}$  і  $\sin \varphi = \frac{5}{13}$  маємо  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \frac{5}{12}$ , звідки  $\varphi = \operatorname{arctg} \frac{5}{12}$ . Якщо

вибрати  $x = -\frac{\pi}{2} - \varphi$  і  $x = \frac{\pi}{2} - \varphi$ , то  $y\left(-\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = 13\sin\left(-\frac{\pi}{2} - \varphi + \varphi\right) = 13\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) = -13$  і

$y\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = 13\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi + \varphi\right) = 13\sin\frac{\pi}{2} = 13$ , тобто існують такі значення з області визначення

заданої функції, в яких вона набуває значень  $-13$  і  $13$ . Отже, за теоремою 6 областю значень функції  $y = 12\sin x + 5\cos x$  є відрізок  $[-13; 13]$ .

*Зауваження.* При знаходженні області значень функції, яка містить різні

тригонометричні функції, доцільно її звести до функції з однією тригонометричною функцією.

*Приклад.* Знайти область значень функції  $y = (\sin x + \cos x)^2$  (ЗНО).

*Розв'язання.* Спочатку перетворимо задану функцію:

$$y = (\sin x + \cos x)^2 = \sin^2 x + 2 \sin x \cos x + \cos^2 x = 1 + \sin 2x.$$

Для всіх  $x \in D(y) = (-\infty; +\infty)$  справедливі нерівності:

$$-1 \leq \sin x \leq 1, \quad -1 \leq \sin 2x \leq 1, \quad 0 \leq 1 + \sin 2x \leq 2.$$

Функція  $y = 1 + \sin 2x$  неперервна на інтервалі  $x \in (-\infty; +\infty)$  і

$y\left(-\frac{\pi}{4}\right) = 1 + \sin\left(-\frac{\pi}{4} \cdot 2\right) = 0$ ,  $y\left(\frac{\pi}{4}\right) = 1 + \sin\left(\frac{\pi}{4} \cdot 2\right) = 2$ . Тому за теоремою 6 її областю значень є відрізок  $[0; 2]$ .

*Відповідь:*  $[0; 2]$ .

**4. Графічний метод.** Зміст цього методу полягає в тому, що спочатку будуть графік функції, потім проєктують його на вісь ординат. Одержана множина є областю значень заданої функції. При побудові графіка функції часто використовують геометричні перетворення відомих графіків функцій.

*Приклад.* Знайти область значень функції  $y = 2^{-|x|}$  (ЗНО).

*Розв'язання.* Послідовно побудуємо графіки функцій (рис. 1):

- 1)  $y = 2^x$ ;
- 2)  $y = 2^{-x}$  (перетворення  $y = f(-x)$ );
- 3)  $y = 2^{-|x|}$  (перетворення  $y = f(|x|)$ ).

Спроєктувавши графік функції  $y = 2^{-|x|}$  на вісь ординат, одержимо проміжок  $(0; 1]$ , який є областю значень цієї функції.

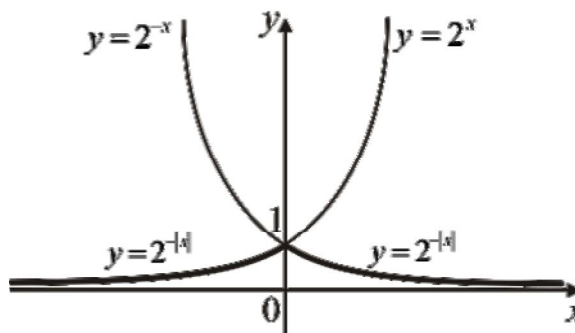


Рис. 1

*Відповідь:*  $(0; 1]$ .

**5. Використання похідної.** Цей метод ґрунтується на такій теоремі:

*Теорема 7.* Якщо функція  $y = f(x)$  неперервна на відрізку  $[a; b]$  і  $m = \min_{[a; b]} f(x)$ ,

$M = \max_{[a; b]} f(x)$  – її найменше і найбільше значення на цьому відрізку, то областю значень функції  $y = f(x)$  на відрізку  $[a; b]$  є відрізок  $[m; M]$ .

При цьому найменше (найбільше) значення функція набуватиме або у внутрішній точці відрізка  $[a; b]$  (але тоді вона обов'язково є критичною точкою функції  $f$ ), або на одному з кінців відрізка  $[a; b]$ .

Знаходження найменшого і найбільшого значень функції  $y = f(x)$ , неперервної на відрізку  $[a; b]$ , здійснюють за таким алгоритмом:

1. Знайти область визначення функції  $f$ .
2. Знайти  $f'(x)$ .
3. Знайти критичні точки функції  $f$  і відібрати ті з них, які належать відрізку  $[a; b]$ .
4. Обчислити значення функції  $f$  у відібраних критичних точках і на кінцях відрізка  $[a; b]$ , тобто в точках  $x = a$  і  $x = b$ .
5. Серед знайдених значень функції  $f$  вибрати найменше і найбільше. Це будуть найменше і найбільше значення функції  $f$  на відрізку  $[a; b]$ .

*Приклад.* Знайти область значень функції  $f(x) = \sqrt{4-x^2}$ .

*Розв'язання.* Знайдемо область визначення цієї функції:

$$4-x^2 \geq 0 \Leftrightarrow x^2-4 \leq 0 \Leftrightarrow (x-2)(x+2) \leq 0 \Leftrightarrow x \in [-2; 2].$$

Отже,  $D(f) = [-2; 2]$ .

Функція  $f(x) = \sqrt{4-x^2}$  – елементарна, а тому вона неперервна на своїй області визначення, тобто неперервна на відрізку  $[-2; 2]$ . Знайдемо найменше і найбільше значення цієї функції на відрізку  $[-2; 2]$ . Для цього скористаємося алгоритмом, наведеним вище.

1.  $D(f) = [-2; 2]$ .

2.  $f'(x) = \left(\sqrt{4-x^2}\right)' = \frac{1}{2\sqrt{4-x^2}} \cdot (-2x) = -\frac{x}{\sqrt{4-x^2}}$ .

3. Знайдемо критичні точки функції  $f$ , тобто внутрішні точки з області визначення цієї функції, в яких  $f'(x) = 0$  або  $f'(x)$  не існує.

$$f'(x) = 0 \Leftrightarrow -\frac{x}{\sqrt{4-x^2}} = 0 \Leftrightarrow x = 0.$$

У точках  $x = -2$  і  $x = 2$ , які належать  $D(f)$ , похідна  $f'(x)$  не існує. Але ці точки не є критичними точками функції  $f$ , бо вони не є внутрішніми для області визначення цієї функції. Отже,  $x = 0$  – єдина критична точка функції  $f$  і вона належить відрізку  $[-2; 2]$ .

4.  $f(0) = \sqrt{4-0^2} = 2$ ,  $f(-2) = \sqrt{4-(-2)^2} = 0$ ,  $f(2) = \sqrt{4-2^2} = 0$ .

5.  $m = \min_{[-2; 2]} f(x) = 0$ ,  $M = \max_{[-2; 2]} f(x) = 2$ .

Тоді за теоремою 7 областю значень функції  $f(x) = \sqrt{4-x^2}$  є відрізок  $[0; 2]$ .

*Відповідь:*  $[0; 2]$ .

**6. Метод оберненої функції.** Використовуючи цей метод до знаходження області значень функції  $y = f(x)$ , розв'язують рівняння  $y = f(x)$  відносно  $x$ . Якщо це рівняння має єдиний розв'язок  $x = g(y)$ , то область значень  $E(f)$  заданої функції  $f(x)$  збігається з областю визначення  $D(g)$  оберненої функції  $g(y)$ . Якщо ж рівняння  $y = f(x)$  має декілька

розв'язків  $x = g_1(y), x = g_2(y), \dots, x = g_n(y)$ , то  $E(f)$  є об'єднанням областей визначення функцій  $x = g_1(y), x = g_2(y), \dots, x = g_n(y)$ .

*Приклад.* Знайти область значень функції  $y = \frac{x^2 + 5}{2x - 4}$ .

*Розв'язання.* Розв'яжемо рівняння  $y = \frac{x^2 + 5}{2x - 4}$  відносно  $x$ :

$$y(2x - 4) = x^2 + 5 \Leftrightarrow 2xy - 4y = x^2 + 5 \Leftrightarrow x^2 - 2yx + 4y + 5 = 0.$$

Останнє рівняння є квадратним відносно  $x$ . Його дискримінант  $D = 4y^2 - 4(4y + 5) = 4(y^2 - 4y - 5)$ . Якщо  $D \geq 0$ , то

$$x_{1,2} = \frac{2y \pm \sqrt{4(y^2 - 4y - 5)}}{2} = y \pm \sqrt{y^2 - 4y - 5}.$$

Отже, рівняння  $y = \frac{x^2 + 5}{2x - 4}$  відносно  $x$  має два розв'язки:  $x = g_1(y) = y - \sqrt{y^2 - 4y - 5}$

і  $x = g_2(y) = y + \sqrt{y^2 - 4y - 5}$ . Области визначення функцій  $g_1(y)$  і  $g_2(y)$  визначаються нерівністю  $y^2 - 4y - 5 \geq 0$ . Розв'язавши її, одержимо:  $y \in (-\infty; -1] \cup [5; +\infty)$ . Тоді

$$D(g_1) = D(g_2) = (-\infty; -1] \cup [5; +\infty)$$

Отже,  $E(y) = D(g_1) \cup D(g_2) = (-\infty; -1] \cup [5; +\infty)$ .

*Відповідь:*  $(-\infty; -1] \cup [5; +\infty)$ .

Пропонуємо читачам задачі для самостійного розв'язування.

Знайти область значень функції:

- 1)  $y = \cos 5x$ ; 2)  $y = \log_7(-x)$ ; 3)  $y = \arctg(x - 4)$ ; 4)  $y = -\sqrt{x}$ ; 5)  $y = 5^x + 3$ ;  
 6)  $y = 4 \arccos x$ ; 7)  $y = 5 - x^4$ ; 8)  $y = 0,7^{x-2} - 2$ ; 9)  $y = \sqrt{x+3} + 2^x$ ; 10)  $y = \log_{\frac{1}{2}} x + \operatorname{arccctg} x$ ;  
 11)  $y = \left(\frac{1}{3}\right)^{\operatorname{tg} x}$ ; 12)  $y = x^2 - 4x + 1$ ; 13)  $y = 7 + 2x - x^2$ ; 14)  $y = 5 \cos(4x + 3)$ ; 15)  $y = 4 - 3 \operatorname{ctg}^2 x$ ;  
 16)  $y = -\frac{3}{x^2 + 2}$ ; 17)  $y = \frac{1}{2 \sin x - 1}$ ; 18)  $y = \log_{\frac{1}{9}}(5 + 4x - x^2)$ ; 19)  $y = \sin x + \cos x$ ;  
 20)  $y = 2^{1 + \sin^2 x - \cos^2 x}$ ; 21)  $y = \sqrt{9 \sin^2 x - 2 \cos^2 x}$ ; 22)  $y = \cos 2x + 2 \cos x$ ; 23)  $y = \frac{3x + 1}{x - 2}$ ;  
 24)  $y = \frac{x + 1}{2x - x^2 - 6}$ ; 25)  $y = \log_{\frac{1}{\sqrt{3}}} \frac{3 \sin x - 4 \cos x + 10}{5}$ ; 26)  $y = \sqrt{10 + 3x - x^2}$ .

- Відповіді:* 1)  $[-1; 1]$ ; 2)  $(-\infty; +\infty)$ ; 3)  $\left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right)$ ; 4)  $(-\infty; 0]$ ; 5)  $(3; +\infty)$ ; 6)  $[0; 4\pi]$ ; 7)  $(-\infty; 5]$ ; 8)  $(-2; +\infty)$ ; 9)  $\left[\frac{1}{8}; +\infty\right)$ ; 10)  $(-\infty; +\infty)$ ; 11)  $(0; +\infty)$ ; 12)  $[-3; +\infty)$ ; 13)  $(-\infty; 8]$ ; 14)

$[-5; 5]$ ; 15)  $(-\infty; 4]$ ; 16)  $[-1,5; 0)$ ; 17)  $\left(-\infty; -\frac{1}{3}\right] \cup [1; +\infty)$ ; 18)  $[-1; +\infty)$ ; 19)  $[-\sqrt{2}; \sqrt{2}]$ ; 20)  $[1; 4]$ ; 21)  $[0; 3]$ ; 22)  $[-1,5; 3]$ ; 23)  $(-\infty; 3) \cup (3; +\infty)$ ; 24)  $[-0,5; 0,1]$ ; 25)  $[-2; 0]$ ; 26)  $[0; 3,5]$ .

### **Список використаної літератури**

1. Алгебра і початки аналізу: Підруч. для 10–11 кл. загальноосвіт. навч. закладів / М.І.Шкіль, З.І.Слепкань, О.С.Дубинчук. – К.: Зодіак–ЕКО, 2000. – 608 с.
2. Михалін Г.О., Томащук О.П. Що повинен знати вчитель математики про елементарні функції: Навч.-метод. посібник. – К.: УДПУ, 1995. – 101 с.
3. Сильвестров В.В. Множество значений функции: Учебное пособие. – Чебоксары, 2004. – 64 с.

**Томащук А.П., Репета В.К., Лещинский О.Л. Основные методы нахождения множества значений функции.**

*Статья знакомит читателей с основными методами нахождения области значений функции и соответствующими утверждениями, на которых основываются эти методы. Рассматривается значительное количество задач на нахождение области значений функции.*

**Ключевые слова:** свойства функций, область значения функции, методы.

**Tomashchuk O.P., Repeta V.K., Leshchynskyi O.L. Main methods of finding of the area of function values.**

*The article introduces readers to the basic techniques of the finding the area of the values of function and the relevant statements, which are the base for these methods. We consider a large number of tasks to find the area of the function values.*

**Keywords:** function properties, area of function values, methods.

## **ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ В КУРСІ «ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ ТА МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА» ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ «ФІЗИКА» ПЕДАГОГІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ**

*Запропоновано методичні рекомендації щодо навчання змістового модуля «Елементи випадкових процесів» курсу «Теорія ймовірностей та математична статистика» студентів спеціальності «Фізика» педагогічних університетів.*

***Ключові слова:** теорія ймовірностей, теорія випадкових процесів, напрям підготовки «Фізика», педагогічний університет.*

**Вступ.** Враховуючи вимоги до освітньо-кваліфікаційних рівнів вищої освіти, сформульовані в системі стандартів вищої освіти [8], підготовку фахівців напряму підготовки «Фізика» в педагогічних університетах необхідно розглядати як цілісну структуру циклів професійної і практичної, загальнонаукової (фундаментальної) та математичної підготовки. При цьому фундаментальна підготовка фахівця-фізика включає такі нормативні математичні дисципліни: аналітична геометрія та лінійна алгебра, математичний аналіз, диференціальні рівняння, векторний і тензорний аналіз, теорія ймовірностей та математична статистика.

Однією з дисциплін, що створює методологічну базу для подальшого вивчення предметів циклу професійної і практичної підготовки фахівця-фізика є «Теорія ймовірностей та математична статистика». Її методи і моделі є ефективними й адекватними для опису та дослідження багатьох реальних фізичних процесів і явищ, які розглядаються в курсах статистичної фізики, квантової фізики, ядерної фізики тощо.

Одним із змістових модулів курсу «Теорія ймовірностей та математична статистика» для студентів спеціальності «Фізика» педагогічних університетів є «Теорія випадкових процесів». На сьогодні існує ряд підручників та навчальних посібників, які можуть використовуватися в процесі навчання теорії випадкових процесів [11,4]. В основному ця література розрахована на студентів фізико-математичних спеціальностей класичних університетів, в яких на вивчення даного розділу відводиться більше часу. У навчальних планах таких університетів, як правило, теорія випадкових процесів представлена як окрема навчальна дисципліна. Наприклад, на вивчення курсу «Теорія випадкових процесів» для студентів напряму підготовки «Прикладна фізика» (спеціальність «Радіофізика і електроніка») в Київському національному університеті імені Т.Г.Шевченка відводиться 72 год. (2 кредити ECTS).

У педагогічних університетах, як правило, не вивчають окремо навчальну дисципліну «Теорія випадкових процесів», її елементи включають в курс «Теорія ймовірностей та математична статистика». При цьому в навчальних програмах такого курсу для студентів напряму підготовки «Фізика» на вивчення змістового модуля «Елементи теорії випадкових процесів» відводиться незначна кількість часу (іноді його виносять на



самостійне опрацювання або взагалі «забувають» включити в програму). Часто причинами цього є недостатня кількість годин на вивчення всього курсу та невиправдана думка деяких викладачів про те, що випадкові процеси не досить широко застосовуються при розв'язанні фізичних задач. Хоча остання причина є абсолютно помилковою. Випадкові процеси є математичними моделями багатьох фізичних процесів і явищ. Більше того, деякі з них ґрунтовно досліджувались саме тому, що були адекватними моделями важливих фізичних процесів (наприклад, вінерівський процес).

Таким чином, на сьогодні існує проблема якісного методичного забезпечення навчання теорії ймовірностей та математичної статистики студентів напряму підготовки «Фізика» педагогічних університетів, оскільки кількість підручників та посібників, які відповідають навчальним планам підготовки фахівців, освітньо-кваліфікаційним характеристикам та освітньо-професійним програмам, є недостатньою.

Серед підручників та посібників, які можна було б рекомендувати до використання в навчальному процесі, велика кількість тих, які не перевидавалися останнім часом, і тому є малодоступними для студентів [2,5,6,10], а ряд сучасних підручників та посібників розраховані, в першу чергу, на студентів економічних спеціальностей, містять мало задач фізичного та технічного змісту і часто взагалі не розглядають елементи теорії випадкових процесів [1,12,14]. Тому проблема розробки ефективної методики та відповідного методичного забезпечення навчання теорії ймовірностей та математичної статистики студентами напряму підготовки «Фізика» педагогічних ВНЗ є актуальною.

#### **Мета та завдання статті:**

- запропонувати методичні рекомендації щодо навчання змістового модуля «Елементи випадкових процесів» курсу «Теорія ймовірностей та математична статистика» студентів напряму підготовки «Фізика» педагогічних університетів;
- проаналізувати різні підходи до відбору та структуризації змісту навчального матеріалу;
- запропонувати систему задач фізичного змісту, які доцільно використовувати в процесі навчання теми «Марківські процеси та ланцюги Маркова».

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо мету, завдання, вимоги до знань та вмінь, а також зміст навчального матеріалу змістового модуля «Елементи випадкових процесів».

**Мета вивчення змістового модуля** – ознайомлення з деякими основними математичними поняттями, теоретичними положеннями і методами сучасної теорії випадкових процесів; формування вмінь застосовувати теоретичні знання до розв'язування задач, зокрема задач фізичного змісту.

На нашу думку, при вивченні даного змістового модуля до тематичного плану мають входити такі підмодулі:

1. Вступ до теорії випадкових процесів. Основні поняття. Приклади.
2. Процеси, стаціонарні у широкому та вузькому смислі. Ергодічна теорія.
3. Ланцюги Маркова з дискретним та неперервним часом. Марківські процеси.

На нашу думку, послідовність викладу теоретичного матеріалу змістового модуля «Елементи теорії випадкових процесів» можна побудувати двома способами. Представимо логічно-структурну схему вивчення для двох способів.

*I спосіб*

№ п/п	Тема	Основні знання	Основні вміння
1	Випадкові процеси. Основні поняття. Пуассонівський процес. Вінерівський процес. (2 год лекцій + 2 години практичного заняття)	Означення випадкового процесу. Траєкторія випадкового процесу. Означення процесу з незалежними приростами, пуассонівського процесу. Означення вінерівського процесу. Основні теореми.	Вміння знаходити траєкторію випадкового процесу, використовувати властивості розподілів випадкових величин до знаходження числових характеристик випадкових процесів та відповідних розподілів ймовірностей.
2	Марківські процеси. Ланцюги Маркова. (2 год лекцій + 1 год практичного заняття)	Означення дискретного марківського процесу та означення ланцюга Маркова (як його частинного випадку). Умова однорідності, регулярності та стаціонарності. Стани ланцюга. Скінченність, незвідність, періодичність ланцюга Маркова. Граничні ймовірності для ланцюга Маркова. Матриця ймовірностей переходу груп станів.	Вміння представляти ланцюг Маркова у вигляді графа, вміння знаходити ймовірність того, що система перебуватиме в $k$ -му стані, вміння знаходити граничні ймовірності та умови стаціонарності.
3	Процеси випадкових блукань, загибелі та розмноження. (2 год лекцій + 1 год практичного заняття)	Означення процесу розгалуження. Докритичні, критичні і надкритичні процеси. Процес виродження. Процес чистого розмноження.	Вміння знаходити числові характеристики, ймовірності переходу з одного стану в інший; вміння знаходити граничний розподіл ймовірностей.

*II спосіб*

№ п/п	Тема	Основні знання	Основні вміння
1	Ланцюги Маркова та їх застосування. (2 год. лекцій + 2 год. практичного заняття)	Означення ланцюга Маркова. Умова однорідності, регулярності та стаціонарності. Стани ланцюга. Скінченність, незвідність, періодичність ланцюга Маркова. Граничні ймовірності для ланцюга Маркова. Матриця	Вміння представляти ланцюг Маркова у вигляді графа, вміння знаходити ймовірність того, що система перебуватиме в $k$ -му стані, вміння знаходити граничні ймовірності та умови стаціонарності.

		ймовірностей переходу груп станів. Означення дискретного марківського процесу.	
2	Поняття випадкового процесу. Приклади випадкових процесів: пуассонівський, вінерівський, процеси випадкових блукань, загибелі та розмноження. (2 год. лекцій + 2 год. практичного заняття)	Означення випадкового процесу. Траєкторія випадкового процесу. Означення процесу з незалежними приростами, пуассонівського процесу. Означення вінерівського процесу. Означення процесу розгалуження. Процес виродження. Процес чистого розмноження. Основні теореми.	Вміння знаходити траєкторію випадкового процесу, використовувати властивості розподілів випадкових величин до знаходження числових характеристик випадкових процесів та відповідних розподілів ймовірностей. Вміння знаходити числові характеристики ймовірності переходу з одного стану в інший; вміння знаходити граничний розподіл ймовірностей.

Різниця між запропонованими способами викладу матеріалу полягає у тому, що в першому випадку матеріал подається абстрактно-дедуктивним методом, а у другому – конкретно-індуктивним (від простого до складного), а це, у свою чергу, призводить до різної кількості використаних годин. На вивчення підмодуля першим способом відводиться три лекційних та два практичних заняття. Під час викладання теорії випадкових процесів другим способом необхідно дві лекції та два практичних заняття. Оскільки матеріал подається різними способами, то під час навчальних занять використовуються і різні методи та форми його подання: викладач має можливість одразу ілюструвати теоретичні дані на прикладах, розв’язувати задачі і т.д. Оскільки на вивчення всієї теорії ймовірностей та математичної статистики для фізиків відводиться лише один семестр, то даний спосіб є досить вдалим.

Представимо фрагмент лекції на тему «Ланцюги Маркова та їх застосування» за умови, що підмодуль вивчається другим способом.

**Мета:** *Ознайомити* студентів із такими *основними поняттями*: ланцюг Маркова, стани ланцюга Маркова; скінченність, незвідність, періодичність ланцюга Маркова; дискретний марківський процес; матриця ймовірностей переходу груп станів.

*Сформулювати* такі *основні факти*: умови однорідності, регулярності та стаціонарності; граничні ймовірності для ланцюга Маркова.

*Сформулювати* *вміння* представляти ланцюг Маркова у вигляді графа; знаходити ймовірність того, що система перебуватиме в  $k$ -му стані; знаходити граничні ймовірності та умови стаціонарності.

## План

**I. Актуалізація опорних знань (проводить викладач у вигляді фронтальної бесіди; студенти дають відповіді на питання).**

1. Що таке випадкова величина?
2. Що називають послідовністю випадкових величин?

3. Які випадкові величини називають незалежними? Назвіть умови незалежності випадкових величин.

4. Чи правильне твердження: якщо  $\xi$  і  $\eta$  - незалежні випадкові величини, то  $\xi$  і  $\eta$  - некорельовані. А навпаки?

## II. Виклад основного матеріалу.

*Викладач пропонує аудиторії приклад, тим самим створюючи проблемну ситуацію. Студенти розв'язують, дискутують.*

Нехай задано систему, яка може перебувати в двох станах: 1 і 2. У початковий момент часу ймовірність будь-якого стану визначається за формулами:  $P\{\xi_0 = 1\} = q_1$ ,  $P\{\xi_0 = 2\} = q_2$ .  $q_1 + q_2 = 1$ .

Відомі ймовірності переходу в кожен стан в наступний момент часу, при чому вони не залежать від номера кроку, тобто:

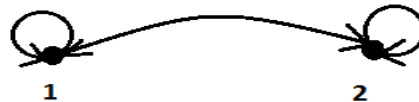
$$P\{\xi_{k+1} = 1 | \xi_k = 1\} = 0,4$$

$$P\{\xi_{k+1} = 1 | \xi_k = 2\} = 0,6$$

$$P\{\xi_{k+1} = 2 | \xi_k = 1\} = 0,5$$

$$P\{\xi_{k+1} = 2 | \xi_k = 2\} = 0,5$$

Ймовірності переходу із стану 1 в стан 2 зручно представляти у вигляді незв'язного орієнтованого графа, оскільки з нього легко побачити, які переходи можуть відбуватися.



Для будь-якого кроку можна порахувати ймовірність переходу в кожен стан. Наприклад, порахуємо ймовірність того, що на другому кроці система перебуватиме в стані 2. Для цього використаємо формулу добутку ймовірностей.

$$P\{\xi_2 = 2\} = P\{\xi_1 = 2 | \xi_0 = 2\} \cdot P\{\xi_1 = 2 | \xi_0 = 1\} = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25.$$

Тільки ми розглянули математичний об'єкт, який називають ланцюгом Маркова.

### 2.1. Основні поняття.

Дамо означення ланцюга Маркова в термінах випадкових величин.

Послідовність випадкових величин  $\xi_t$ ,  $t = 0, 1, 2, \dots$ , називається *ланцюгом Маркова* зі станами  $\mathcal{N} = \{1, 2, \dots, N\}$ , якщо

$$\sum_{k=1}^N P(\xi_t = k) = 1, t = 0, 1, 2, \dots$$

і при будь-яких  $0 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_n < s < t$  ( $n = 1, 2, \dots$ ), і довільних  $i, j \in \mathcal{N}$  і будь-яких підмножинах  $B_1, B_2, \dots, B_n$  множини  $\mathcal{N}$  виконується рівність

$$P(\xi_t = j | \xi_{t_1} \in B_1, \dots, \xi_{t_n} \in B_n, \xi_s = i) = P(\xi_t = j | \xi_s = i). \quad (1)$$

Значення випадкових величин  $\xi_t$  можуть інтерпретуватися як номери станів досліджуваної системи, яка в дискретні моменти часу  $t$  ( $t = 0, 1, 2, \dots$ ) змінює свій стан. Властивість (1) означає, що при фіксованому положенні системи в даний момент часу  $s$  майбутня поведінка системи ( $t > s$ ) не залежить від поведінки системи в минулому

$(\xi_{t_1} \in B_1, \dots, \xi_{t_n} \in B_n)$ , або коротше: при фіксованому теперішньому майбутнє не залежить від минулого. Властивість (1) називають *властивістю марковості*.

Ланцюг Маркова  $\xi_t$  називатимемо *однорідним*, якщо при довільних  $i, j \in \mathcal{N}$  ймовірності

$$P(\xi_{t+1} = j | \xi_t = i) = p_{ij}, t = 0, 1, 2, \dots, \quad (2)$$

не залежать від  $t$ . Матрицю  $P$ , елементами якої є ймовірності (2), називають *матрицею ймовірностей переходу*, а вектор

$$q = (q_1, q_2, \dots, q_N), \quad (3)$$

де  $q_i = P(\xi_0 = i), i = 1, 2, \dots, N$ , - *вектором початкових ймовірностей*. Очевидно, що числа  $p_{ij}$  та  $q_i$  задовольняють умови

$$p_{ij} \geq 0, q_i \geq 0, \sum_{j=1}^N q_i = \sum_{j=1}^N p_{ij} = 1. \quad (4)$$

Будь-які матриці, елементи яких задовольняють умову (4), називають *стохастичними*.

Стан  $i$  ланцюга Маркова називається *несуттєвим*, якщо існують стан  $j$  та число  $t_0$  такі, що  $P_{ij}(t_0) > 0$ , і  $P_{ji}(t) = 0$  при довільному  $t$ . У протилежному випадку стан називається *суттєвим*.

*Зауваження!* Ми переконалися в тому, що можна знаходити ймовірності кожного стану на будь-якому кроці. Цей факт можна сформулювати у вигляді теореми.

## 2.2. Основні факти.

*Теорема.* Матриця ймовірностей переходу (4) і вектор початкових ймовірностей однозначно визначають спільні розподіли величин  $\xi_0, \xi_1, \dots, \xi_t$  при довільних  $t$ .

↓ За формулою ймовірності добутку подій отримаємо

$$P(\xi_0 = i_0, \xi_1 = i_1, \xi_2 = i_2, \dots, \xi_{t-1} = i_{t-1}, \xi_t = i_t) = P(\xi_0 = i_0)P(\xi_1 = i_1 | \xi_0 = i_0) \\ P(\xi_2 = i_2 | \xi_0 = i_0, \xi_1 = i_1) \dots P(\xi_t = i_t | \xi_0 = i_0, \xi_1 = i_1, \dots, \xi_{t-1} = i_{t-1}). \quad (5)$$

Скористаємось наступним частинним випадком рівності (1):

$$P(\xi_s = i_s | \xi_0 = i_0, \xi_1 = i_1, \dots, \xi_{s-1} = i_{s-1})P(\xi_s = i_s | \xi_{s-1} = i_{s-1}), s = 1, 2, \dots \quad (6) \\ i_k \in \mathcal{N} (k = 0, 1, 2, \dots).$$

Відповідно (2) для однорідних ланцюгів Маркова права частина (6) дорівнює  $p_{i_{s-1}i_s}$ . Замінивши цими величинами і величинами (3) відповідні множники в правій частині

(5), отримаємо спільний розподіл величин  $\xi_0, \xi_1, \dots, \xi_t$ :

$$P(\xi_0 = i_0, \xi_1 = i_1, \xi_2 = i_2, \dots, \xi_{t-1} = i_{t-1}, \xi_t = i_t) = q_{i_0} p_{i_0 i_1} p_{i_1 i_2} \dots p_{i_{t-1} i_t}. \quad (7) \uparrow$$

*Зауваження 1.* Очевидно, що рівність (6) – частковий випадок співвідношення (1). З іншої сторони, як відмічалось раніше, із (6) випливає (7), а із (7) випливає умова марковості (1). Таким чином, має місце *твердження*: рівність (6) рівносильна умові марковості (1).

*Зауваження 2.* Для однорідного ланцюга Маркова  $\xi_t$  при довільному  $s$  виконується рівність

$$P(\xi_{t+s} = j | \xi_s = i) = P(\xi_t = j | \xi_0 = i), i, j \in \mathcal{N}. \quad (8)$$

Це співвідношення доводиться прямим обчисленням умовних ймовірностей за допомогою такої формули  $P(\omega) = q_{i_0} p_{i_0 i_1} p_{i_1 i_2} \dots p_{i_{T-1} i_T}$ . Оскільки ймовірність (8) не залежить від  $s$ , то можемо покласти

$$P(\xi_{t+s} = j | \xi_s = i) = P_{ij}(t). \quad (9)$$

Функції  $P_{ij}(t)$ ,  $i, j \in \mathcal{N}$ , називають *ймовірностями переходу* із стану  $i$  в стан  $j$  за час  $t$ .

Крім ймовірностей «суцільних» ланцюгів (7), часто доводиться обчислювати ймовірності ланцюгів виду

$$\xi_{t_1} = l_1, \xi_{t_2} = l_2, \dots, \xi_{t_s} = l_s, \quad (10)$$

де моменти часу  $t_1, \dots, t_s$  уже не обов'язково є сусідніми. Ймовірність події (10) можна виразити через ймовірності переходу  $P_{ij}(t)$ . За формулою повної ймовірності

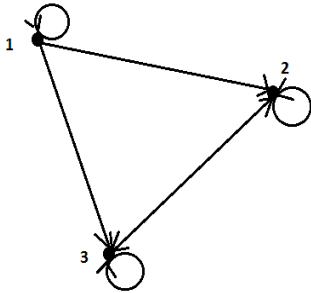
$$P(\xi_{t_1} = l_1, \xi_{t_2} = l_2, \dots, \xi_{t_s} = l_s) = \sum_{k=1}^N P(\xi_0 = k) P(\xi_{t_1} = l_1, \dots, \xi_{t_s} = l_s | \xi_0 = k). \quad (11)$$

Перетворивши другий співмножник під знаком суми за формулою ймовірності добутку подій і використовуючи умову марковості (1) і умови однорідності (8), (9), отримаємо:

$$P(\xi_{t_1} = l_1, \xi_{t_2} = l_2, \dots, \xi_{t_s} = l_s) = \sum_{k=1}^N q_k P_{k l_1}(t_1) P_{l_1 l_2}(t_2 - t_1) \dots P_{l_{s-1} l_s}(t_s - t_{s-1}). \quad (12)$$

Для обчислень за формулою (12) необхідно вміти знаходити  $P_{ij}(t)$ .

**Задача 1** [13, с. 164]. Нехай



$$P = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}, q_1 = 1, q_2 = q_3 = 0.$$

Ймовірності переходу із стану 1 в стан 2 чи 3 зручно представляти у вигляді незв'язного орієнтованого графа. Як видно з графа із 2-го і 3-го в 1-й стан переходу не відбуваються, то

$$\begin{aligned} P(\xi_t = 1) &= P(\xi_0 = 1 | \xi_1 = 1, \dots, \xi_t = 1) \\ &= P(\xi_0 = 1) P(\xi_1 = 1 | \xi_0 = 1) \dots P(\xi_t = 1 | \xi_{t-1} = 1) = 3^{-t}. \end{aligned}$$

Подію  $A$ , яка полягає в тому, що ланцюг завжди буде знаходитись в 1-му стані, можна представити у вигляді  $A = \bigcap_{t=1}^{\infty} \{\xi_t = 1\}$ , де  $\{\xi_t = 1\}$  – монотонно спадна послідовність подій. Звідси за формулою ймовірності попарно незалежних подій матимемо:

$$P(A) = \prod_{t=1}^{\infty} P\{\xi_t = 1\} = 0. \text{ Тобто стан 1 є несуттєвим, а стан 2 і 3 – суттєвими. Тобто система,}$$

яка описується ланцюгом Маркова, може зникати із несуттєвого стану з ймовірністю.

*Теорема* [10, с. 161-167]. Для довільних  $s, t$

$$P_{ij}(t+s) = \sum_{k=1}^N P_{ik}(s) P_{kj}(t), i, j = 1, 2, \dots, N. \quad (13)$$

↓ Обчислимо ймовірність  $P(\xi_{t+s} = j | \xi_0 = i)$  за формулою повної ймовірності,

поклавши  $B_k = (\xi_k = k)$ :

$$P(\xi_{t+s} = j | \xi_0 = i) = \sum_{k=1}^N P(\xi_s = k | \xi_0 = i) P(\xi_{t+s} = j | \xi_s = k). \quad (14)$$

Із рівностей (1) та (8) випливає

$$P(\xi_{t+s} = j | \xi_0 = i, \xi_s = k) = P(\xi_{t+s} = j | \xi_s = k) = P(\xi_t = j | \xi_0 = k).$$

Звідси із рівності (14) і того, що

$$P(\xi_{t+1} = j | \xi_0 = i_0, \xi_1 = l_1, \dots, \xi_{t-1} = l_{t-1}, \xi_t = i) = P(\xi_{t+1} = j | \xi_t = i), i, j = 1, 2,$$

впливає твердження теореми. ↑

Визначимо матрицю  $P(t) = \|P_{ij}(t)\|$ . В матричному записі (13) має вигляд

$$P(t+s) = P(s)P(t). \quad (15)$$

Оскільки  $P_{ij}(1) = p_{ij}$ , то  $P(1) = P$ , де  $P$  - матриця ймовірностей переходу. Із (15)

впливає

$$P(t) = (P(1))^t = P^t. \quad (16)$$

Результати, отримані в теорії матриць, дозволяють за формулою (16) обчислювати  $P_{ij}(t)$  і досліджувати їх поведінку при  $t \rightarrow \infty$ .

**Задача 2** [10, с. 337]. При обговоренні основних положень кінетичної теорії матерії Еренфестом була запропонована наступна модель:  $m$  молекул, розподілених в двох резервуарах, випадково по одній переміщуються із свого резервуару в інший. Знайти середні граничні ймовірності числа молекул в першому резервуарі.

Система може перебувати в  $m$  різних станах. Позначимо  $Q_i$  - стан системи, при якому в першому резервуарі -  $i$  молекул ( $i = 0, 1, \dots, m$ ). В залежності від початкового розподілу молекул система за один крок може переходити в два стани з  $Q_i$  в  $Q_{i+1}$  або  $Q_{i-1}$ . При цьому ймовірності переходу визначаються так:

$$P_{i,t+1} = \frac{m-i}{m}; P_{i,t-1} = \frac{i}{m}, i = \overline{0, m}.$$

Ймовірність переходу представимо у вигляді матриці

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \frac{1}{m} & 0 & 1 - \frac{1}{m} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \frac{2}{m} & 0 & 1 - \frac{2}{m} & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \frac{1}{m} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Ця матриця може розглядатися як матриця переходу ймовірностей для ланцюга Маркова. З будь-якого стану  $Q_i$  повернення в  $Q_i$  можливе лише за кількість кроків, яка кратна двом. Тому, в цьому випадку, ланцюг Маркова періодичний з періодом  $x = 2$ , оскільки кожен стан досягається завдяки будь-якому іншому стану.

Рядок  $\hat{p}$  середніх граничних ймовірностей визначається з умови

$$\hat{p}P = \hat{p}, \text{ тобто } \frac{1}{m}\hat{p}_1 = \hat{p}_0, \quad \left(1 - \frac{k-1}{m}\right)\hat{p}_{k-1} + \frac{k+1}{m}\hat{p}_{k+1} = \hat{p}_k, \hat{p}_m = \frac{1}{m}\hat{p}_{m-1} \quad (k = 1, 2, \dots, m-1).$$

Звідси знаходимо  $\hat{p}_k = \hat{p}_0 C_m^k$ . Використовуючи рівність  $\sum_{k=0}^m \hat{p}_k = 1$ , отримуємо  $\frac{1}{\hat{p}_0} = \sum_{k=0}^m C_m^k = 2^m$ , тому шукані ймовірності  $\hat{p}_k = \frac{1}{2^m} C_m^k \quad (k = 0, 1, \dots, m)$ .

**Задача 3** [13, с. 163]. Нехай по цілих точках відрізка  $[0, n]$  блукає частинка. Позначимо  $\xi_t$  її координату в момент часу  $t$  ( $t = 0, 1, 2, \dots$ ). Рухом частинки керує нескінченна послідовність незалежних випробувань з двома результатами 1 та -1. Покладемо

$$\xi_{t+1} = \begin{cases} \xi_t + 1, & \text{якщо в } t\text{-му випробуванні з'явилась } 1 \text{ і } \xi_t < n, \\ \xi_t - 1, & \text{якщо в } t\text{-му випробуванні з'явилась } -1 \text{ і } \xi_t > 0. \end{cases}$$

Якщо  $\xi_t = 0$  або  $\xi_t = n$  при деякому  $t$ , то частинка завжди залишається в цих точках. Припустимо, що  $\xi_0 = k$ . Позначимо  $p$  і  $q$  як ймовірності результатів 1 та -1

відповідно. Нехай  $A$  – подія, яка полягає в тому, що частинка коли-небудь потрапить в точку  $n$ . Нас цікавить ймовірність  $\pi_{nk} = P(A)$ .

Покладемо  $\pi_{nk}(t) = P(\xi_t = n)$ . Для досліджуваного блукання достатньо очевидно, що умовна ймовірність події  $\{\xi_{t+1} = n\}$  за умови, що першим переходом частинки був перехід із  $k$  в  $k+1$ , дорівнює безумовній ймовірності події  $\{\xi_t = n\}$  в схемі блукання, яка починається із точки  $k+1$ , тобто

$$P(\xi_{t+1} = n | \xi_1 = k+1) = \pi_{k+1,n}(t), \quad (*)$$

аналогічно,

$$P(\xi_{t+1} = n | \xi_1 = k-1) = \pi_{k-1,n}(t). \quad (**)$$

Блукання цієї частинки є ланцюгом Маркова, в якому  $q_l = 0$  ( $l \neq k$ ),  $q_k = 1$ ;  $p_{n,l} = 0$  ( $l = 0, 1, \dots, n-1$ );  $p_{0,l} = 0$  ( $l = 1, \dots, n$ );  $p_{0,0} = p_{n,n} = 1$ ;  $p_{l,l+1} = p$  і  $p_{l,l-1} = 1-p$  ( $l = 1, \dots, n-1$ ). Рівності (\*) і (\*\*) є результатом однорідності ланцюга Маркова. А суттєвими станами є  $0$  та  $n$ , решта станів є несуттєвими.

Отже, підсумовуючи все вище сказане, ми прийшли до таких **висновків**:

1. Змістовий модуль «Елементи теорії випадкових процесів» є необхідною складовою курсу «Теорій ймовірностей та математична статистика» для студентів фізичних спеціальностей.
2. Під час вивчення даного модуля доцільно розглядати такі теми:
  - 1) Ланцюги Маркова та їх застосування.
  - 2) Поняття випадкового процесу. Приклади випадкових процесів: пуассонівський, вінерівський, процеси випадкових блукань, загибелі та розмноження.
  - 3) При вивченні будь-якої теми доцільно використовувати задачі фізичного змісту, що дозволить підвищити мотивацію навчання, реалізує принцип професійної та прикладної спрямованості навчання, а отже, підвищить ефективність навчального процесу в цілому.

### *Список використаної літератури*

1. Барковський В.В., Барковська Н.В., Лопатін О.К. Теорія ймовірностей та математична статистика. 5-те видання. — Київ: Центр учбової літератури, 2010. — 424 с.
2. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. «Теория случайных процессов и ее инженерные приложения» 2-е изд. - М.: Высшая школа, 2000. - 383 с.
3. Гельфанова Д.Д. Організаційно-педагогічні умови формування професійно-математичної компетентності майбутніх інженерів-педагогів/ режим доступу <http://vuzlib.com/content/view/179/84>
4. Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов. - М.: Наука, 1977. – 570 с.
5. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. 9-е изд., стер.—М.: Высшая школа, 2004.— 404 с.



6. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. 9-е изд., стер.— М.: Высшая школа, 2003.— 479 с.
7. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. - М.: Едиториал УРСС, 8-е изд., испр. и доп., 2005. - 448 с.
8. Закон України «Про вищу освіту»/ режим доступу <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2984-14>
9. Козловська І.М., Козловський Ю. М. Методи експериментального дослідження інтегративних процесів / Козловська І.М., Козловський Ю.М.// Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. – Вип. 10./ [редкол. : І.А. Зязюн та ін.]. – К. – Вінниця : ДОВ “Вінниця”, 2006. – 500 с.
10. Свешников А.А.(под ред.) Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных величин. – М.: Наука, изд. II, доп., 1970. – 656 с.
11. Скороход А.В. Лекції з теорії випадкових процесів: Навч. посібник. – К.: Либідь, 1990. – 168 с.
12. Турчин В.Н. Теория вероятностей и математическая статистика. – Днепропетровск: Изд-во ДНУ, 2008. – 656 с.
13. Чистяков В. П. Курс теории вероятностей. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 256 с.
14. Шефтель З.Г. Теорія ймовірностей. Підручник. - 2-ге вид., перероб. і допов. - К.: Вища школа, 1994. - 192 с.: іл.

***Парчук М.И. Элементы теории случайных процессов в курсе «Теория вероятностей и математическая статистика» для студентов направления подготовки «Физика» педагогических университетов.***

*Предложены методические рекомендации по изучению содержательного модуля «Элементы случайных процессов» курса «Теория вероятностей и математическая статистика» студентов специальности «Физика» педагогических университетов.*

***Ключевые слова:*** теория вероятностей, теория случайных процессов, направление подготовки «Физика», педагогический университет.

***Parchuk M. I. Elements of the theory of casual processes in a course “Probability theory and mathematical statistics” for students of the preparation direction “Physicist” in pedagogical universities.***

*Methodical recommendations about studying of the substantial module «Elements of casual processes» course «Probability theory and the mathematical statistics» students of a speciality of "Physicist" of pedagogical universities are offered.*

***Keywords:*** probability theory, the theory of casual processes, a direction of preparation of "Physicist", pedagogical university.

**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ТА ПОДАННЯ АВТОРСЬКИХ ОРИГІНАЛІВ  
СТАТЕЙ  
ДО ЗБІРНИКА НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
«НАУКОВИЙ ЧАСОПИС НПУ ІМЕНІ М.П.ДРАГОМАНОВА. СЕРІЯ 3.  
ФІЗИКА І МАТЕМАТИКА У ВИЩІЙ І СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ»**

1. До друку приймаються неопубліковані раніше матеріали, які відповідають тематиці збірника науковий праць та задовольняють вимогам ВАК України (Постанова затверджена президією ВАК України, протокол № 1-05/8 від 22.12.2010 року).
2. Авторський оригінал подається в одному примірнику (на білому папері формату А4 з одного боку аркуша) разом із *електронним варіантом статті* (назва файлу — прізвище автора) та *рецензією* (для кандидатів та докторів наук — доктора наук з відповідної спеціальності, для студентів, аспірантів, здобувачів — кандидата або доктора наук з відповідної спеціальності). Оригінал має бути представлений українською мовою. Паперовий варіант, підписаний автором, ідентичний електронному варіанту. Відповідальність за точність цитат, прізвищ, даних несе автор.
3. **Відомості про автора (-ів) подаються на окремому аркуші: прізвище, ім'я, по батькові, вчений ступінь та звання, місце роботи, посада, місто, телефон, e-mail.**
4. Послідовність розміщення матеріалу статті:

*УДК*

*Прізвище та ініціали автора,  
місце роботи*

**НАЗВА СТАТТІ**

*Анотація українською мовою (не більше 75 слів).*

*Ключові слова.*

Текст статті.

***Список використаної літератури***

згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006.

Прізвище та ініціали автора, назва статті та її анотація російською мовою.

*Ключові слова російською мовою.*

Прізвище та ініціали автора, назва статті та її анотація англійською мовою.

*Ключові слова українською мовою.*

Загальний обсяг статті не повинен перевищувати 8—10 с., враховуючи таблиці, ілюстрації, список використаної літератури. Статті, більші за обсягом, можуть бути прийняті до розгляду на підставі рішення редколегії.

#### **5. Вимоги до оформлення:**

- Текст має бути набраний у текстовому редакторі Microsoft Word (версії 97, 2000, 2003). Шрифт — Times New Roman, кегль — 12. Поля — 20 мм. Міжрядковий інтервал — 1,25. Абзац — 15 мм.
- Не використовувати примусовий та ручний перенос слів. Автоматично встановлювати заборону висячих рядків. Не встановлювати відступ (абзац) першого рядка табуляцією або декількома проміжками. Заголовки відокремлювати від тексту зверху і знизу одним пустим рядком. Слова мають бути розділені одним проміжком. Посилання на використану літературу в тексті позначаються цифрою у квадратних дужках.
- Таблиці слід представляти безпосередньо в тексті. Вони мають бути пронумеровані арабськими цифрами і мати заголовки українською мовою. Примітки та виноски до таблиць повинні бути надруковані безпосередньо під відповідною таблицею.
- Ілюстративний матеріал слід вміщувати в текст, а також подавати окремим файлом в растровому форматі JPEG з розподільною здатністю не менше ніж 300 dpi.
- Таблиці, ілюстрації не повинні виходити на поля. Підписи до них повинні мати одні й ті самі стилі оформлення, як у всій статті.
- Під час підготовки анотації англійською мовою прохання з обережністю використовувати автоматичні перекладачі.
- Анотація російською мовою має бути розширеною (до 1 сторінки).

#### ***Вимоги ВАК України до оформлення наукової статті на здобуття вченого ступеня***

Згідно з постановою № 1-05/8 від 22.12.2010 року до друку приймаються лише ті наукові статті (науковою вважається стаття, яка містить результат теоретичного або експериментального дослідження і призначена для наукового видання), які мають такі необхідні елементи:

1. Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.
2. Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, на які спирається автор; виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття.
3. Формулювання мети статті (постановка завдання).
4. Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

5. Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

### *До уваги авторів*

- Паперовий варіант статті подається технічному редактору збірника Дерев'янку Ользі Сергієвні (кафедра загальної та прикладної фізики НПУ імені М.П.Драгоманова). Електронний варіант статті подається або особисто, або може бути надісланий електронною поштою на адресу [kzf@ukr.net](mailto:kzf@ukr.net), [chasopys3@npu.edu.ua](mailto:chasopys3@npu.edu.ua) або [chasopys3@ukr.net](mailto:chasopys3@ukr.net). *Лише електронні варіанти статей без паперового оригіналу не розглядатимуться!*
- Авторський оригінал повинен бути завершеним твором і не може доопрацьовуватись автором після прийняття редакцією.
- Статті, що не відповідають викладеним вимогам, редакцією не приймаються. Оригінали, не прийняті до опублікування, авторам не повертаються.
- Редакція має право робити редакційні правки, які не впливають на зміст тексту.
- За необхідності автор може бути запрошений в редакцію для ознайомлення з коректурою або йому з цією метою електронною поштою відправляється стаття.
- Гонорар за публікації не виплачується.
- Вартість публікації визначається в залежності від умов фінансування видання збірника і на 2014 рік встановлюється у розмірі 20 грн. за сторінку.

*Наукове видання*

**НАУКОВИЙ ЧАСОПИС  
НПУ імені М.П.ДРАГОМАНОВА**

**Серія 3. Фізика і математика у вищій і середній школі.**

**Випуск 12**

Друкується в авторській редакції з оригінал-макетів авторів.

Редколегія не завжди поділяє погляди авторів статей.

Автори опублікованих матеріалів **несуть повну відповідальність** за підбір, точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей.

Матеріали подано мовою оригіналу.

*Головний редактор*      ***В.П.Андрущенко***

*Відповідальні редактори* ***М.І. Шут, М.В.Працьовитий***

*Заступники відповідальних редакторів* ***В.П. Сергієнко, В.Г. Бевз***

*Відповідальні секретарі* ***О.В.Шкільний, Л.В. Мініч***

*Технічний редактор* ***О.С.Дерев'янку***