ЗАПОРІЗЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ

На правах рукопису

ЖМУРСЬКИЙ СЕМЕН ІВАНОВИЧ

УДК 372.853(07)

ФОРМУВАННЯ ІНТЕРЕСУ УЧНІВ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В БАГАТОПРОФІЛЬНИХ ШКОЛАХ-ЛІЦЕЯХ

13.00.02 – теорія і методика навчання фізики

Дисертація
на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник
Павленко Анатолій Іванович
доктор педагогічних наук, професор

Запоріжжя - 2003

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів ..……...с.4

ВСТУП……..…с.5

РОЗДІЛ І. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ УЧНІВ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ СЕРЕДНІХ ШКОЛАХ ТА БАГАТОПРОФІЛЬНИХ ШКОЛАХ-ЛІЦЕЯХ с.17

1.1. Аналіз розвитку проблеми формування пізнавального інтересу учнів у навчанні фізики та педагогічного досвіду її вирішення …….....с.17

1.2. Психолого-педагогічні засади формування в учнів інтересу до вивчення фізики в загальноосвітніх школах та школах-ліцеях …….……..с.31

1.3. Дидактичні основи формування пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики у багатопрофільному школі-ліцеї..... .....с.43

1.4.Особливості навчання здібних і обдарованих дітей у багатопрофільному ліцеї…….……. с.49

Висновки з першого розділу ……..……с.57

РОЗДІЛ ІІ. ЗАСОБИ ТА ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРЕСУ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У БАГАТОПРОФІЛЬНИХ ШКОЛАХ-ЛІЦЕЯХ …с.61

2.1. Умови, закономірності та загальна методика розвитку пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики…… ……..…….с.61

2.2. Розвиток пізнавального інтересу до вивчення фізики засобами нових педагогічних технологій……..……с.73

2.3. Інноваційні технології фізичного експерименту з оптики у системі засобів формування пізнавального інтересу……..... ..….. с.80

2.4. Експериментальне поснення та перевірка учнями описових елементів цікавої фізики з науково-популярної літератури.....……с.113

2.5. Розв'язування і складання фізичних задач як дидактичний засіб формування пізнавального інтересу…….....…….....с.122

2.6. Питання метрології як дидактичний засіб формування пізнавального інтересу…….....…….....….с.135

2.7. Особливості позаурочної роботи з фізики з обдарованими учнями у багатопрофільному школі-ліцеї….....……..……..……...с.138

Висновки з другого розділу ……...…….....с.147

РОЗДІЛ ІІІ. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ДИДАКТИЧНИХ ЗАСОБІВ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРЕСУ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У БАГАТОПРОФІЛЬНИХ ШКОЛАХ-ЛІЦЕЯХ .....……. с.150

3.1 Організація, проведення педагогічного експерименту..... .с.150

3.2 Результати педагогічного експерименту…….....с.153

Висновки з третього розділу……..с.169

ВИСНОВКИ……...с.174

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……...с.179

ДОДАТКИ……..…….с.198

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів

ДЗФПІ – дидактичні засоби формування пізнавального інтересу

ЕК – експериментальні класи

КК – контрольні класи

МГВАЛГО – метод графічної візуалізації ахроматичних ліній у геометричній оптиці

МГВХЛГО – метод графічної візуалізації хроматичних ліній в геометричній оптиці

НІТ – нові інформаційні технології

ШПІ – шкала пізнавального інтересу

В С Т У П

Разом із радикальними суспільними змінами і розбудовою незалежної України, зазнає істотного реформування освітня галузь.Важливим напрямком освітніх реформ є становлення загальноосвітніх навчальних закладів нового типу, зокрема ліцеїв та гімназій. Розвиток таких закладів ставить за мету відродження інтелектуального потенціалу нації, становлення творчої особистості громадянина України.

Згідно концепції загальноосвітньої школи (2002 р.), старша школа в Україні функціонує переважно як профільна. Це створює значно кращі умови для диференційованого навчання, врахування індивідуальних особливостей розвитку учнів, які відрізняються перед усім якісним складом своїх здібностей. Залежно від умов роботи конкретної школи профільність навчання може бути реалізована як у межах всього навчального закладу, так і в окремих класах або групах учнів (що створює при об'єднанні багатопрофільність).

У теорії і методиці викладання фізики дістав визнання той факт, що за умови пробудження інтересу в учнів до предмета, створюються умови для їх самостійної, творчої роботи, подолання різноманітних труднощів на шляху оволодіння знаннями. Однак є досить переконливі свідчення того, що в останні роки стало помітним загострення невідповідності між розвитком шкільної фізичної освіти і пізнавальними інтересами та здібностями значної частини учнів, які цікавляться гуманітарними науками, або із недостатньо розвинутим логічним мисленням [25, с.7].

Із реформуванням системи загальноосвітніх закладів з'явилася можливість врахування пізнавальних інтересів учнів що орієнтуються не лише тільки на фізико-математичний, а й на гуманітарний профіль. У центрі турбот навчальних середніх закладів нового типу, багатопрофільних шкіл-ліцеїв, є обдарована дитина, її ***інтереси***, творчі можливості, здібності. Проте складний, поступовий процес становлення загальноосвітніх шкіл нового типу (зокрема багатопрофільних шкіл – ліцеїв), за визнанням як науковців-педагогів так і вчителів-практиків, ще вимагає серйозного науково-методичного обгрунтування і передусім змістовного ме-

тодичного забезпечення. У розбудові системи освіти заклади нового типу об'єктивно відіграють роль експериментальних майданчиків [60, с.3].

Враховуючи появу кількох профілів (багатопрофільності) у навчальних планах шкіл-ліцеїв, а отже і поліаспектність формування пізнавальних інтересів учнів, виникає потреба у розгляді модернізованих дидактичних засобів формування пізнавального інтересу як для класів фізико-математичного профілю, так і гуманітарного спрямування.

У методиці навчання фізики вже склалися певні підходи до розуміння поняття "цікавого викладання" предмета як сукупності факторів, що визначають її рівень. "Це висока науковість і сувора система у викладенні матеріалу, створення проблемних ситуацій на уроці, виконання учнями завдань творчого характеру, створення на уроці умов для того, щоб учні могли розповісти класові про цікаві для них питання у науково-популярній літературі, отримати відповіді на запитання, які виникли під час читання літератури, перегляду кіно- і телевізійних фільмів, а також в результаті самостійних спостережень за явищами природи і техніки" [158, с.196].

Однак серед літературних джерел практично відсутні праці, які б ураховували специфіку вивчення фізики в ліцеях, та зокрема – багатопрофільних ліцеях. За "Українським педагогічним словником" історично ліцей, лікей (Λυκειον) - давньогрецька філософська школа в Афінах, заснована Арістотелем 335р. до н.е., що проіснувала близько 800 років. Назва пішла від храму Апполона Лікейського, поблизу розташування школи. В наші часи за кордоном ліцей є досить розповсюдженим типом середнього загальноосвітнього навчального закладу в ряді країн Західної Європи, а також деяких країнах Латинської Америки і Африки. За часів Російської імперії ліцей був становим привілейованим середнім і вищим навчальним закладом для дітей дворян, який готував державних чиновників усіх відомств. В Україні існували Кременецький ліцей, Рішельєвський ліцей в Одесі і Ніжинський ліцей. Після 1990 року в Україні ліцей є освітнім закладом, що здійснює освітню діяльність на основі загальноосвітніх програм середньої (повної) загальної освіти й дає учням загальну середню освіту з поглибленим вивченням

ряду предметів, як правило, *природничо-наукового і технічних профілів* (*курсив наш - С.Ж.*) і допрофесійною підготовкою. Ліцей організується як заклад II і III ступенів освіти, а також як самостійна ланка III ступеня освіти. Прийом учнів до ліцею здійснюється на конкурсній основі. Строки навчання - 7-8 років або 2-3 роки залежно від встановленої засновником структури [45, с.192].

На практиці, користуючись правом конкурсного відбору учнів до ліцейних класів, в тому числі за допомогою психологічного тестування і співбесід з психологом, ліцей фактично стає навчальним закладом для здібних і обдарованих дітей. Донедавна це, як правило, прямо не фіксувалося як провідне і назвоутворююче положення в їх статутах та інших установчих документах, що пояснюється, на наш погляд, врахуванням непопулярністі соціальної диференціації освітньої галузі (особливо в період їх становлення, що співпав із становлення державності України - початок 90-х років XX століття).

Зокрема, коцепція розвитку школи-ліцею №99 м.Запоріжжя декларує поєднання використання принципів комплексного *розвитку* і *диференціації* навчання, *технократичного* і *гуманітарного* підхідів до розвитку особистості. Розвиток розумових здібностей учнів передбачає використання новітніх педагогічних технологій, що формують навички розумової раціональної праці. Диференціація навчання передбачає формування класів з урахуванням індивідуальних здібностей і психологічних особливостей учнів, для її здійснення створюється система факультативних курсів з усіх галузей знань.

Але з розвитком альтернативної освіти в Україні протягом останнього десятиліття, в першу чергу *шкіл нового типу*, спрямованість освітнього процесу в ліцеї стає більш конкретною і визначеною. Так в теоретико-експериментальному узагальненні дидактичних аспектів альтернативної освіти знаходимо серед інших основних понять і визначення ліцею як “спеціального закладу освіти для *обдарованих дітей* (курсив наш - С.Ж.), що забезпечує здобуття освіти понад державний мінімум та здійснює науково-практичну підготовку, задовольняє різнобічні освітні запити особи, суспільства і держави” [60, с.73]. У ліцеї здійснюється більш поглиблене вивчення профільних дисциплін. Зокрема, державні рівневі програми

з фізики для фізико-математичних ліцеїв передбачають найвищий рівень (С). У багатопрофільних школах-ліцеях вивчення фізики за навчальними планами не завжди передбачають найвищий рівень. З 2002 року серед загальноосвітніх навчальних закладів України з'явилися і професійні ліцеї, які стали створюватися за умови виконання певних вимог на базі професійних технічних училищ.

Існують різні форми диференціації обдарованих дітей, серед них виокремлюють селективну, елективну і перехідну. Ліцей слід віднести до селективної форми, яка саме і передбачає створення для обдарованих дітей спеціальних навчальних закладів. Проте за твердженням О.І.Савєнкова [182, с.66] існує об'єктивна небезпека змішування і навіть підміни таких шкіл школами для соціальної еліти (спроби замаскувати систему елітарної освіти під роботу з обдарованими дітьми робилися і робляться у всіх країнах). Хоча елітарна освіта за своїм змістом по суті не має і не повинна мати нічого спільного з системою навчання обдарованих дітей.

Вивчення фізики обдарованими дітьми повинне передбачати і враховувати, на наш погляд, суттєві відмінності як стосовно елементів змісту, так і методів роботи вчителя і учнів, організації навчального процесу на уроках. Певна селекція при організації ліцейних класів далеко не забезпечує автоматичного вирішення проблеми формування інтересу до вивчення фізики. Хоча кращі науково-методичні наробки для масової середньої школи з проблеми формування інтересу до вивчення фізики з успіхом можуть бути адаптовані та застосовуватись і у сучасних багатопрофільних ліцеях, дана проблема повинна стати предметом спеціального цілеспрямованого науково-методичного дослідження.

Актуальність проблеми формування інтересу до вивчення фізики учнями шкіл-ліцеїв набуває особливого акценту на тлі його загального падіння у сучасних середніх загальноосвітніх закладах. Об'єктивними у цьому плані стосовно предметної спрямованості пізнавальних інтересів учнів середньої школи будуть фіксовані статистичні дані про складання екзаменів з предметів природничо-математичного циклу випускниками та учнями старших класів ***за вибором***. Проведене нами статистичне дослідження показало, що з 3101 випускників різних

шкіл м.Запоріжжя у 2000-2001 навчальному році, ***обрали*** біологію - 998 учнів (35% від загальної кількості), математику – 871 учень (28% від загальної кількості), географію – 687 учнів (22% від загальної кількості), фізику – 614 учнів (20% від загальної кількості), хімію – 395 учнів (13% від загальної кількості), інформатику – 108 учнів (4% від загальної кількості). Серед шести перелічених шкільних предметів фізика займає четверте місце в рейтингу не ситуативного, одномоментного, а виваженого, стійкого інтересу, що часто переростає у професійну спрямованість особистості учня у подальшому навчанні після школи і т.д. Адже свій вибір екзамену, як свідчить спеціально проведені нами інтерв'ю, учні пов'язують із необхідністю "здавати вступні іспити" при продовженні навчання, тобто, з професійним вибором.

Комплекс об’єктивних протиріч у поступальному реформуванні школи і практичній діяльності загальноосвітніх навчальних закладів нового типу обумовлює **проблему дослідження** – удосконалення, модернізація і розробка дидактичних засобів формування пізнавального інтересу до вивчення фізики учнями у сучасних багатопрофільних школах-ліцеях.

Психолого-педагогічних, дидактичних аспектів проблеми вивчення і формування пізнавального інтересу торкалися в своїх дослідженнях Л.І.Божович [21]; М.Ф.Добринін [62]; О.К.Дусавицький, В.В.Рєпкін [64, 65], О.М.Леонтьєв [118-119], А.К.Маркова [125], В.Ф.Моргун [141], С.Л.Рубінштейн [177-178], К.Ізард [89-90], К.Мадсен [248], Ч.Скіннер [249], В.С.Ротенберг і С.М.Бондаренко [176], Л.М.Фрідман [218], І.Я.Лернер [121], Б.Т.Войцеховський [33]; С.У.Гончаренко [39, 45], Ю.К.Бабанський [11], В.М.Максимова [124], Морозова Н.Г. [142 - 143], Г.І.Щукіна [240 - 245], та ін.

Фізика займає особливе місце серед шкільних дисциплін. Як навчальний предмет, що має власну багату історію становлення і розвитку, значний вплив на становлення і культуру людської цивілізації, вона створює в учнів уяву про наукову картину світу, формує творчі здібності учнів, їх світогляд та переконання. Такі цілі навчання будуть досягнені лише тоді, коли в процесі навчання формується інтерес до знань. Сформованість пізнавальних інтересів учнів сприяє збі-

льшенню їх активності на уроках, розвитку позитивної мотивації навчання, активної життєвої позиції, що в сукупності забезпечує підвищення ефективності процесу навчання. Проблема формування пізнавального інтересу до вивчення фізики дістала розвиток у дослідженнях О.І.Бугайова [23-26], С.У.Гончаренка [39-44], Н.К.Гладишевої [37], О.В.Зорьки [83], О.Ф.Кабардіна [31], Є.В.Коршака [105-106], В.А.Кубицького [111], І.Я.Ланіної [113-116], М.Т.Мартинюка [126-131], В.Г.Розумовського [171], П.І.Самойленка [2, 183-186, 188], О.В.Сергєєва [2, 184-186, 188], Т.Я.Слуцької [190], Л.В.Тарасова [200], А.В.Усової [211], М.І.Шута [105] та ін., практичних розробках та публікаціях як методичного так і науково-популярного спрямування в різні роки М.І.Блудова [19], Л.О.Горєва [47], Я.І.Перельмана [163-164], В.Ф.Шаталова [233] та ін.

Актуальність проблеми формування пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики є особливо важливою на фоні його фактичного відносного зменшення і навіть падіння. Пізнавальний інтерес учнів до вивчення фізики в умовах сучасної школи входить до переліку таксономії цілей навчання та визнається важливим і безпосереднім предметом педагогічного дослідження. Пізнавальний інтерес є визначальним у відношенні учня до вивчення фізики [202, с.7].

В умовах гуманізації і гуманітаризації навчання фізики учнів загальноосвітніх навчальних закладів, одним із основних цілеспрямованих результатів стає набуття ними досвіду пізнавальної діяльності. Як наголошується в інструктивно-методичному листі МОН України про вивчення фізики у 2001-2002 році, виконуючи одне із найважливіших завдань вивчення фізики - розвиток творчих і розумових здібностей, *інтересу (курсив наш – С.Ж.)* й активної пізнавальної діяльності учнів, учитель фізики має також звернути увагу на зміст експериментальних завдань та ефективність їх використання. Практика показала, що експериментальні завдання значно активізують пізнавальну діяльність учнів і роблять фізику для них привабливішою наукою [91, с.2].

Враховуючи багатопрофільність шкіл-ліцеїв, а отже і поліаспектність пізнавальних інтересів учнів, виникає потреба у розгляді модернізованих і розробці

нових дидактичних засобів формування пізнавального інтересу як для класів фізико-математичного профілю, так і прикладного та гуманітарного спрямування.

Такий стан справ обумовив вибір теми дисертаційного дослідження **"Формування інтересу учнів до вивчення фізики в багатопрофільних школах-ліцеях",** яке виконано відповідно до тематичного плану наукових досліджень Запорізького обласного інституту післядипломної педагогічної освіти на кафедрі педагогіки, психології та методик навчання природничо-математичних дисциплін. Тема узгоджена в Раді з Координації наукових досліджень в Україні в галузі педагогіки і психології (протокол № 1 від 26 січня 2000 року).

Об'єкт дослідження - процес навчального пізнання при вивченні фізики в багатопрофільних школах-ліцеях.

Предмет дослідження – розвиток пізнавального інтересу до вивчення фізики в учнів багатопрофільних шкіл-ліцеїв.

Мета дослідження полягає у модернізації та розробці системи дидактичних засобів формування пізнавального інтересу до вивчення фізики світлових явищ ("Світлові явища" у VIII класі та «Електромагнітні хвилі» в XI класі, а також "Світлові хвилі та оптичні прилади" в XI класі (для класів із поглибленим вивченням фізики) в багатопрофільних школах-ліцеях та методичного забезпечення їх впровадження у навчальний процес.

Робоча гіпотеза дослідження: формування інтересу до вивчення фізики у багатопрофільних школах-ліцеях стає більш результативним за умов уточнення психолого-педагогічних підходів до феномену пізнавального інтересу та його формування, модернізації, розробки та реалізації на цій основі дидактичних засобів формування інтересу та відповідної методики їх застосування у навчанні фізики.

У відповідності до мети та гіпотези дослідження були визначені такі **задачі:**

1. Проаналізувати сучасний стан дослідження феномену пізнавального інтересу та проблеми його формування у процесі вивчення фізики в загальноосвіт-

ніх та багатопрофільних школах-ліцеях в філософських, психолого-педагогічних та методичних джерелах.

2. Визначити загальні психолого-педагогічні особливості розвитку пізнавального інтересу в учнів-підлітків до вивчення фізики у багатопрофільних школах-ліцеях.

3. Визначити та уточнити модель загальної методики формування пізнавального інтересу до вивчення фізики.

4. Розробити систему дидактичних засобів формування пізнавального інтересу до вивчення фізики в багатопрофільних школах-ліцеях та методику їх використання у навчальному процесі на прикладі розділів "Світлові явища" у VIII класі та «Електромагнітні хвилі» в XI класі, а також "Світлові хвилі та оптичні прилади" в XI класі (для класів із поглибленим вивченням фізики).

5. У процесі цілеспрямованого педагогічного експерименту перевірити ефективність та результативність розроблених дидактичних засобів та технологій і методики їх застосування.

Методологічну та теоретичну основу дослідження складають основні положення теорії пізнання та відображення, діяльнісного та системного підходу до навчального пізнання, принцип єдності свідомості та діяльності і розвитку особистості, принципи гуманізації та гуманітаризації навчання.

Методи дослідження, що використовувались під час роботи над темою:

- вивчення, історичний і морфологічний аналіз, співставлення та узагальнення наукових даних за проблемою дослідження на основі вивчення філософсько-методологічних, психолого-педагогічних та науково-методичних джерел;

- вивчення та узагальнення стану досліджуваної проблеми у практиці роботи окремих учителів та педагогічних колективів, які працюють над спорідненими проблемами;

- загальнодидактичні та соціологічні методи: анкетування та інтерв’ювання вчителів та учнів шкіл м. Запоріжжя та регіону, опитування, бесіди, метод шкалування пізнавального інтересу (ШПІ);

- педагогічні спостереження за процесом навчання фізики;

- перевірка висунутих гіпотез у процесі проведення педагогічного експерименту;

- математичні методи обробки та якісний аналіз результатів проведеного педагогічного екперименту.

Наукова новизна і теоретична значущість дослідження:

- визначено та обгрунтувано можливості модернізації дидактичних засобів формування пізнавального інтересу під час вивчення оптики у багатопрофільних школах-ліцеях;

- вперше одержано постановку інноваційного фронтального фізичного експерименту та методику його проведення з дисперсії світла на призмі, сферичної та хроматичної аберацій у лінзах, повного внутрішнього заломлення на напівциліндричній лінзі;

- дістала подальший розвиток в результаті кількісного і якісного розширення система дидактичних засобів формування пізнавального інтересу учнів до вивчення оптики, зокрема засобами дослідної перевірки елементів “цікавої фізики” з оптики;

- створено нові можливості формування пізнавального інтересу до поглибленого вивчення явищ геометричної та хвильової оптики у багатопрофільних школах-ліцеях.

Практична значущість дослідження полягає у розробці експериментальної системи дидактичних засобів формування пізнавального інтересу до розділів "Світлові явища" у VIII класі та "Електромагнітні хвилі" в XI класі багатопрофільних шкіл-ліцеїв і "Світлові хвилі та оптичні прилади" в XI класі (із поглибленим вивченням фізики). В експериментальній системі дидактичних засобів формування пізнавального інтересу серед інших впроваджені і перевірені як дидактичні засоби формування пізнавального інтересу лабораторні роботи з використанням інноваційних технологій: "Дослідження порушень гомоцентричності пучка променів при проходженні плоскопаралельної пластинки", “Спостереження сферичної та хроматичної аберацій у напівциліндричній лінзі”, "Визначення граничного кута повного внутрішнього відбиття у напівциліндричній лінзі". В екс-

периментальній системі дидактичних засобів формування пізнавального інтересу серед інших впроваджені і перевірені як дидактичні засоби формування пізнавального інтересу лабораторні роботи з використанням інноваційних технологій: "Побудова зображення точкового тіла у плоскопаралельній пластинці", "Дослідження порушень гомоцентричності пучка променів при проходженні плоскопаралельної пластинки", "Визначення фокусної відстані та оптичної сили збиральної лінзи", “Спостереження сферичної та хроматичної аберації на напівцилідричній лінзі”, “Визначення граничного кута повного внутрішнього відбиття у напівциліндричній лінзі”. Описано 19 прикладів застосування інноваційних технологій експериментальної перевірки учнями загальновідомих в літературі елементів цікавої фізики та популярних якісних задач з оптики, які раніше експериментальній перевірці не підлягали. Вперше розроблені автором нові альтернативні лабораторні роботи для загальноосвітніх закладів: “Визначення показника заломлення для різних кольорів світла за допомогою скляної тригранної призми”, “Спостереження сферичної та хроматичної аберації на напівцилідричній лінзі”, “Визначення граничного кута повного внутрішнього відбиття у напівциліндричній лінзі”.

Особистий внесок автора полягає у подальшій розробці проблеми розвитку пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики шляхом модернізації і розширення системи дидактичних засобів формування пізнавального інтересу при вивченні світлових явищ, поглибленого вивчення явищ геометричної та хвильової оптики у багатопрофільних школах-ліцеях, зокрема розробці і обгрунтуванні методики проведення інноваційного фронтального фізичного експерименту з дисперсії світла, сферичної і хроматичної аберацій; підготовці методичного забезпечення для їх запровадження у навчальний процес.

В опублікованих наукових працях з науковим керівником ідеї і розробка фізичного експерименту належать керівникові, автор брав участь у розробці, впровадженні і експериментальній перевірці прикладного застосування методів і технологій графічної візуалізації ахроматичних і хроматичних ліній у геометричній оптиці як дидактичних засобів формування в учнів багатопрофільних шкіл-ліцеїв пізнавального інтересу до вивчення фізики.

Використані в дисертації ідеї та розробки з інших опублікованих у співавторстві наукових праць належать автору, співатори брали участь у їх обговоренні та впровадженні.

Апробація дослідження та впровадження здійснювалися під час експериментальної перевірки модернізованих і розроблених дидактичних засобів формування пізнавального інтересу до вивчення фізики як у багатопрофільних школах-ліцеях, так і загальноосвітніх навчальних закладах м. Запоріжжя.

Основні положення дослідження повідомлялись і обговорювались в різних формах, зокрема шляхом виступів на конференціях з проблем, споріднених з досліджуваними в дисертації:

Міжнародних: в Донецькому державному університеті у серпні та вересні 1993 р., серпні 1996 р.; Інституті педагогічної освіти інженерно-педагогічних працівників України у листопаді 1994 р.; Херсонському державному педагогічному університеті, вересень 1999 р.

Всеукраїнських науково-практичних конференціях та семінарах: Республіканському семінарі з актуальних питань методики викладання фізики “Навчальний фізичний експеримент” у Бердянському державному педагогічному інституті в травні 1991 р.; у Житомирському державному педагогічному інституті ім. І.Франка у листопаді 1995 р.; Республіканському семінарі з актуальних питань методики навчання фізики в середній і вищій школі в Національному педагогічному університеті ім. М.П.Драгоманова у грудні 2001 р.; "Проблеми методики викладання фізики на сучасному етапі" в Кіровоградському державному педагогічному інституті, січень 1994 р.; "Стандарти фізичної освіти в Україні: технологічні аспекти управління навчально-пізнавальною діяльністю" в Кам’янець-Подільському державному педагогічному інституті, 1997 р.; "Інновації у сучасному педагогічному процесі: теорія та практика" у Луганському державному педагогічному університеті, грудень 1999 р.; "Реалізація сучасних вимог до контролю і оцінюван-ня навчальних досягнень учнів і студентів під час вивчення природничо-математичних дисциплін" у Херсонському державному педагогічному університеті, вересень 2001 р.

Міжрегіональних та регіональних конференціях та семінарах: у Запорізькому державному університеті, травень 1994 р.; у Чернігівському обласному інституті підвищення кваліфікації та перепідготовки працівників освіти, грудень 1996 р.; на засіданнях кафедри педагогіки, психології та методик природничо-математичних дисциплін Запорізького ОІППО (2000-2002 р.р.).

Впровадження результатів досліджень здійснювалось як на сторінках науково-методичних періодичних видань, так і у практичній роботі колективів багатопрофільної школи-ліцею № 99 м.Запоріжжя (довідка № 34 від 17.03.03), малого багатопрофільного ліцею "Перспектива"(довідка № 123 від 22. 04.2003 р.), Запорізького обласного ліцею з посиленою військово-фізичною підготовкою "Захисник"(довідка № 156 від 19. 05. 2003 р.), Запорізького обласного інституту післядипломної педагогічної освіти (довідка № 47 від 15.04.2003 р.), відділу освіти Хортицької райдержадміністрації м. Запоріжжя (довідка № 04/103 від 20. 02. 02 р.) та Запорізького січового колегіуму (довідка №19 від 08. 02. 02 р.), а також ЗВШ № 15 (довідка № 17 від 14. 02. 02 р.) і ЗОШ № 24 (довідка № 19 від 25. 02. 02 р.), м. Запоріжжя.

Публікації. Основні результати дисертації опубліковані у 21 друкованій праця (серед них 8 у провідних фахових виданнях та 13 - одноосібних) з обсягом особистого внеску автора біля 5 друкованих аркушів. З них 4 статті у науково-методичних журналах, 6 статей у збірниках наукових праць, інші 11 – у матеріалах і тезах конференцій.

РОЗДІЛ І
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ УЧНІВ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ СЕРЕДНІХ ШКОЛАХ ТА БАГАТОПРОФІЛЬНИХ ШКОЛАХ-ЛІЦЕЯХ

1.1. Аналіз розвитку проблеми формування пізнавального інтересу учнів у навчанні фізики та педагогічного досвіду її вирішення

Фізика займає особливе місце серед шкільних дисциплін. Як навчальний предмет, що має власну багату історію становлення і розвитку, значний вплив на становлення і культуру людської цивілізації, вона створює в учнів уяву про наукову картину світу, формує творчі здібності учнів, їх світогляд та переконання. Ці цілі навчання будуть досягнена тоді, коли в процесі навчання формується інтерес до знань. Сформованість пізнавальних інтересів учнів сприяє збільшенню їх активності на уроках, розвитку позитивної мотивації навчання, активної життєвої позиції, що в сукупності забезпечує підвищення ефективності процесу навчання.

Важливий висновок про необхідність завдання не лише враховувати, але і формувати пізнавальні інтереси учнів у навчанні фізики був сформульований у дослідженнях М.Т.Мартинюка в 1973 році: “Загальноприйнято, що в навчанні треба спиратися на наявні в учнів інтереси. Та значно важливіше формувати в них пізнавальні інтереаи, а для цього потрібно всебічно вивчити їх” [125, с.20]. Причому вперше уточнюється саме поняття пізнавального інтересу до фізики на основі психологічних підходів: “Як правило, в методичній літературі з фізики, а також у практиці роботи школи, інтересом до фізики називають будь-яке позитивне ставлення до неї. Проте, як показали роботи психологів <…> не всяке позитивне ставлення до діяльності є інтерес до неї. Це ставлення треба знати для формування інтересу, але його далеко не досить. Для справжнього пізнавального інтересу характерне розуміння значення та мети пізнавальної діяльності й емоціонально-позитивне ставлення до неї, а також наявність мотивів, що йдуть від самого процесу діяльності і спонукають займатися нею” [Так само, С.20].

В узагальнюючій колективній фундаментальній теоретичній праці з методики викладання фізики, датованій 1984 роком [153], констатується про зниження інтересу до фізики в учнів УІІІ-Х класів (що відповідає ІХ-ХІ класам у сучасній школі). Проведені вже на той час широкомасштабні зрізи знань, вмінь і навичок учнів з фізики та наступне їх узагальнення, дослідження необхідних умов виникнення і розвитку інтересу до фізики показали, що найбільший відсоток учнів у всіх класах (від 43 до 60%) вказали на "цікаве викладання предмета", а наступним за значущістю іде варіант відповіді "подобається вчитель, що викладає предмет". Для учнів УІ і УІІ класів визначальним у виникненні інтересу до фізики є застосування на уроках наочності, самостійне виконання дослідів і особистісні якості вчителя. У старших класах експеримент вчителя і самостійні досліди вже не відіграють такої важливої ролі. Більше значення тут відіграють розуміння і усвідомлення значущості знань з фізики у повсякденному житті і техніці, майбутній професії. До пониження інтересу до вивчення фізики у УІІІ (нині ІХ) класі призводять: різкий перехід від якісного вивчення явищ і властивостей тіл до надмірної математизації матеріалу; зниження уваги до використання засобів наочності у процесі вивчення матеріалу на уроці; одноманітність демонстраційних дослідів (досліди з кулями і візками), недостатній зв'язок теорії з практикою, "білі плями" у знаннях за попередні роки. Серед причин відсутності інтересу багато учнів називають трудність предмету, нерозуміння матеріалу підручника. Максимум таких відповідей (24%) припадає на УІІІ (нині ІХ) та Х (нині ХІ) класи. Окремо заслуговує на увагу посилання на "невміння самостійно розв'язувати задачі" (від 40 до 50% від загальної кількості опитаних). відсоток таких учнів зростає з переходом до старших класів, досягаючи максимума (50%) у ІХ (нині Х) класі [Так само, с.195-196].

За даними анкетування та інтерв'ю учнів в загальноосвітніх школах Г.І.Щукіною (з дуже серйозними підозрами в обмеженості цих методів) було досліджено динаміку предметної спрямованості інтересів учнів з У по Х класи (нині відповідає УІ і ХІ), що відносяться до середини 80-х років. У УІІ класі (нині це

відповідає УІІІ класу) 1-е місце займає математика, 2-е - фізика, 3-е - хімія і історія, 4-е - іноземна мова, 5-е - зоологія, географія, література.

У випускних класах 1-е місце займає математика, 2-е - предмети гуманітарного циклу (суспільствознавство, література, історія) [236, с.123].

Не зовсім виваженим і зрозумілим, на наш погляд, в інтерпретації отриманих результатів є обраний підхід у ранжуванні місць (коли місце поділяють кілька предметів), високий і стабільний (!) рейтинг математики з У по Х класи а також відсутність аргументованих відповідних статистичних даних.

Проведений нами пошук літературних джерел з проблеми та аналіз різних підходів у її змістовному розв'язанні склав "у глибину" до ста років.

Неоднозначність та деякі розбіжності визначення поняття інтересу у психолого-педагогічній літературі та відповідних словниках доповнюються досить різноаспектними підходами у прикладних питаннях використання цього поняття у процесі навчання фізики.

Не потребує докладного представлення чудова книжка Я.І.Перельмана "Цікава фізика" у двох частинах, що витримала з початку ХХ століття більше ніж 20 видань велетенськими накладами (наприклад 20-е, стереотипне видання 1979 року мало наклад 500 000 екземплярів!). Книга містить фізичні головоломки, цікаві (інтересні) задачі, повчальні парадокси, цікаві запитання, неочікувані співставлення з галузі техніки, природи, науково-фантастичних романів і т.п. Сам автор у передмові до тринадцятого видання 1936 року (останнього за життя автора), так пише про мету книги: "Призначаючи книгу не для вивчення, а для читання, укладач намагався, наскільки умів, надати викладенню і зовнішньо цікаву (в оригіналі російською "интересную" – С.Ж.) форму, виходячи з того, що *інтерес до предмета підвищує увагу, посилює роботу думки і, отже, сприяє більш свідомому засвоєнню* (курсив наш. – С.Ж.) "[160, с.7-8].

Актуальність досліджуваної проблеми по формуванню інтересу до вивчення фізики на прикладі оптичних явищ можна відзначити на прикладі явищ, описаних у книгах Я.І.Перельмана. Наведемо заголовки статей [Так само, с.146-202]:

1.Чому і як заломлюється світло? 2. Коли довгий шлях проходиться скоріше ніж короткий? 3. Нові Робінзони. 4. Як добувати вогонь за допомогою льоду? 5. Старе і нове про міражі. 6. “Зелений промінь”. 7. Як бачуть короткозорі?

Заломлення світла описано на 29 сторінках із трьох глав, де описуються оптичні явища : “Промені світла”, “Відбивання та заломлення світла”, “Бачення одним та двома очима”, матеріал яких розмістився на 73 сторінках.

Перша книга “Цікава фізика” [159, с.199-236] теж містить статті, що мають відношення до оптичних явищ:

1. Мрії про шапку-невидимку. 2. Невидима людина. 3. Могутність невидимого. 4. Прозорі препарати. 5. Чи може невидимий бачити? 6. Охоронна фарба. 7. Захисний колір. 8. Людське око під водою. 9. Як бачуть водолази. 10. Скляні чечевиці під водою. 11. Недосвідчені купальщики. 12. Невидима шпилька. 13. Світ із під води.14. Кольори в глибині води. 15. Чому мікроскоп збільшує?

Кількісний аналіз показує (табл. 1.1), що оптичні явища, описані в “Цікавій фізиці” Я.І.Перельмана займають більше чверті тексту видання, а в першій книзі перевищує третину. Оскільки чергові завдання поповнювались автором на замовлення читачів, можна зробити висновок, що оптичні явища по-справжньому пробуджують інтерес до вивчення закономірностей явищ природи, зокрема оптичних. Особливо слід відзначити, що всі згадані епізоди в книгах автора мають описово-спостережувальний характер і не торкаються **дослідного вивчення** оптичних явищ. На нашу думку, це є досить вагомим не використаним резервом формування пізнавального інтересу читача-учня.

Таблиця 1.1

Вміст опису оптичних явищ у змісті книг “Цікава фізика”

Джерело	**Обсяг в сторінках**	**Оптичні явища**		**Заломлення світла**	
		стор.	%	стор.	%
Книга 1	216	73	34%	29	13%
Книга 2	272	55	20%	26	10%
Разом	488	128	26%	55	11%

Вже більше ніж 50 років школярі можуть знайомитися з надзвичайно популярним і цікавим літературним джерелом для позакласного читання М.І.Блудова "Бесіди з фізики", що витримало чотири видання (останні два вже під редакцією проф. Л.В.Тарасова після смерті автора). Бесіди містять у цікавій формі діалоги учня і вчителя, школяра і старшого, суперечок, розв'язування фізичних парадоксів. Звертаючись до юних читачів книги, М.І.Тарасов говорить, що однією з цілей автора є "…пробудити у вас, читачів, інтерес…" [19, с.7].

Популярними лекціями з фізики для юнацтва, що пробуджували інтерес до вивчення фізики, відомі її видатні творці: М.Фарадей [207] та ін.

На сторінках журналу “Фізика в школі” Сікач М.Ф. ще в 1968 році відзначає, що на розвиток інтересу до вивчення фізики важливе вплив має захоплююча форма проведення вчителем перших, вступних уроків [185]. Підкреслюється важливість проблемного викладення матеріалу, проведення ефектних дослідів, демострування діапозитивів, картин і т.д. Велику роль, на думку автора, мають розвиток творчої фантазії, екскурсії на промислове підприємство, самостійне складанню на цій основі задач учнями. Спеціально на уроці проводяться відповіді вчителя на запитання учнів, пов’язані з вивченням фізики. Використовується у розвитку інтересу до фізики і захопленість іншими навчальними предметами через міжпредметні зв’язки. Розвиток інтересу до фізики, як стверджує автор, впливає на зростання успішності, орієнтує на обрання у майбутньому технічних спеціальностей.

Розвитку у молоді інтересу до наукових знань сприяє розміщення елементів дослідження у навчальний процес з фізики і здійснення *міжпредметних зв’язків* [206] (1963 рік). Такими методами є евристична бесіда, демонстраційний та дослідницький фронтальний експеримент, розв’язування задач і т.д. Важлива роль у цьому індивідуальних завдань, зокрема домашніх, на матеріалі виробництва і т.д.

Н.К.Гладишева пропонує демонстраційний і лабораторний експеримент з метою дії на почуття учнів і стимулювання інтересу до вивчення фізики проводити *на дитячих іграшках*. Масові дитячі іграшки можуть знайти своє місце під час постановки навчальних фізичних дослідів і експериментальних завдань для уро-

ків та позакласних занять, зокрема гурткових. У вигляді демонстрації можуть бути поставлені і прості якісні експериментальні задачі, пов'язані з поясненням будови і принципу дії іграшки і навіть розрахункові задачі творчого характеру, домашні експериментальні задачі. Автор вважає можливим досягнення, у підсумку, підвищення якості знань учнів за умови підпорядкування застосування іграшок основному завданню - навчання фізики [37] (1971 рік).

Важливим, на думку В.І.Демидова (1979 рік), є шлях підвищення пізнавального інтересу засобами впливу на емоційну сферу особистості. Виходячи з образного вислову, що наука - дочка здивування і допитливості, автор використовує при-йом формулювання вчителем парадоксальних запитань. Такі запитання, задачі-жар-ти і т.п. і викликають здивування, змушують міркувати, а найголовніше – привер-тають увагу кожного, сприяють кращому розумінню фізичних законів та явищ [58].

Генез пізнавального інтересу учнів до навчання Г.І.Щукіна (1971 рік) пов'язує з такими основними джерелами: 1) змістом навчального матеріалу; 2) організацією навчальної діяльності [237, с.128].

Х.Акрітов, конкретизуючи дидактичну концепцію Г.І.Щукіної, з метою розвитку інтересу учнів до механіки розглядає як складові ***першого*** джерела такі стимули: *новизна матеріалу* (несподіваність факту, що вивчається, явища, закону); *поновлення засвоєних знань* (відкриття у колишніх знаннях невідомих раніше сторін, зв'язків, відношень, закономірностей, які доповнюють і розвивають те, що вже відомо); *історизм викладання* (розміщення відомостей з історії найважливіших наукових відкриттів, із біографії великих вчених); *показ практичного значення і необхідності знань,* тобто зв'язок між змістом розглядуваного матеріалу і його цінністю для життя, практики, народного господарства; *ознайомлення із сучасними науково-технічними досягненнями у різних галузях* - космонавтиці, у військовій справі, механізації, біомеханіці, спорті і т.д.;

Серед складових компонентів ***другого*** джерела (організації навчальної діяльності): *внесення до змісту різних форм самостійних робіт учнів; проблемне навчання; постановку практичних робіт (дослідницьких, творчих)* [4, с.38].

Однак автор, за власним визнанням, обмежується у розгляді проблеми розвитку пізнавального інтересу до механіки лише змістом навчального матеріалу фізики, не зупиняючись на створенні різноманітних методів проведення занять (в тому числі і позаурочної роботи), організації дидактичних ігор, підтримуванні доброго емоційного настрою на протязі всього уроку [Так само, 43].

У значній мірі ця проблема дістала подальшого розвитку у дослідженнях О.Ф.Кабардіна, І.Я.Ланіної, М.Т.Мартинюка, П.І.Самойленка і О.В.Сергеєва [31, 113, 124, 125, 126, 180, 182], О.В.Зорьки (формування пізнавального інтересу засобами елементів цікавої фізики) та ін.

О.Ф.Кабардін проведення фізичних учнівських олімпіад розглядає як засіб розвитку інтересів і творчих здібностей учнів [31, с.164-168].

І.Я.Ланіна у своєму монографічному дослідженні пізнавальним інтересом вважає *вибіркове спрямування особистості до галузі пізнання, до її предметної сторони і самого процесу оволодіння знаннями*. Автор послідовно і грунтовно аналізує особливості фізики як навчального предмету, що дозволяють формувати пізнавальні інтереси у школярів: 1) логічна стрункість і красу фізичних теорій; 2) можливість експериментального обгрунтування наукових положень (на дослідах вчителя – *С.Ж.*); 3) парадоксальність фізичних знань; 4) мова фізичної науки; можливість прогнозування перебігу фізичних явищ. Самі ж пізнавальні інтереси учнів до фізики складаються з інтересів до явищ, фактів, законів; з прагнень пізнати їх сутність на основі теоретичних знань, їх практичне значення та оволодіти методами пізнання - теоретичним та експериментальним [113].

Джерела формування пізнавальних інтересів учнів під час вивчення фізики на уроці, що їх виокремлює І.Я.Ланіна, можна більш-менш чітко віднести до двох узагальнених великих груп: віднесені до **змісту шкільного курсу фізики** та **організації навчально-пізнавальної діяльності учнів**. До **першої** групи входять: 1) новизна навчального матеріалу, несподіваність багатьох висновків і законів; 2) вивчення відомого уням матеріалу під новим кутом зору (бачення головних, більш глибоких сторін, зв'язків і відношень); 3) використання на уроках відомос-

тей з історії фізики; 4) життєве значення, важливість фізичних знань; 5) залучення учнів до сучасних наукових досягнень.

До **другої** групи можна об'єднати: 1) лабораторні роботи (метою яких є важливий фізичний висновок; на оволодіння способом вимірювання фізичних величин; на розрахунок якої-небудь фізичної величини, дані для якого повинні бути отримані самостійно); 2) розв'язування задач (в основному практичного спрямування); 3) різні форми організації діяльності учнів під час сприйняття нового матеріалу (проблемний тип уроку); 4) залучення учнів до методів наукового дослідження засобами фронтального експерименту; 5) урізноманітнені методики проведення уроку (з різноманітною перевіркою знань і домашніх завдань учнів; уроки-змагання; уроки-конференції; з колективною діяльністю учнів; уроки-дослідження); 6) навчальні екскурсії; 7) створення цікавих ситуацій на уроках фізики; 8) дидактичні ігри на уроках фізики (творчі ігри з елементами уявлюваної ситуації; ігри-змагання з визначенням переможця; спрямовані на виконання цікавого завдання; ігри з роздатковим матеріалом – лото, вікторини і т.п.); 9) використання дитячих іграшок на уроках фізики; 10) використання художньої літератури на уроках фізики.

Важливими складовими вирішення проблеми формування пізнавальних інтересів учнів на уроках фізики І.Я.Ланіна вважає вихідні положення, які зараз, 15 років по тому, з відомими припущеннями можна віднести, на наш погляд, до витоків особистісно-орієнтованого та суб’єкт-суб’єктного підходів у освіті і навчанні, гуманізації та гуманітаризації процесу навчання фізики. Наведемо основні із згаданих загальних положень.

Фізика створює в учнів уяву про наукову картину світу, знаходиться в основі науково-технічного прогресу і водночас показує учням гуманістичну сутність наукових знань, підкреслює їх особливу моральну цінність (точніше має великі потенційні можливості для показу і підкреслення - *С.Ж.*). Фізика формує творчі здібності учнів, їх світогляд та переконання, тобто сприяє (потенційно - *С.Ж.*) вихованню високоморальної особистості. Ця основна мета може бути досягнена лише тоді, коли у процесі навчання буде сформований інтерес до знань,

адже лише в цьому випадку можливе досягнення ефекту співпереживання, що пробуджує певні моральні якості та судження. Пізнавальні інтереси в учнів сприяють зростанню їх активності на уроці, якості знань, формуванню позитивних мотивів навчання, активної життєвої позиції, що в цілому і викликає підвищення ефективності процесу навчання. необхідно так будувати навчання, щоб учень розумів і сприймав мету, поставлену вчителем, щоб він був активним учасником реалізації цих цілей - суб'єктом діяльності. [113, с.3].

В інших відомих працях І.Я.Ланіної [112, 113] тема розвитку інтересу до фізики продовжена на прикладі позакласної роботи з фізики в середній школі: "Позакласні заняття поглиблюють і розширюють знання учнів, отримані на уроці, підвищують їх інтерес до предмета <…> допомагають вчителю краще пізнати індивідуальні здібності своїх учнів, визначити серед них обдарованих учнів, що мають інтерес до фізики, і всіляко спрямовувати розвиток цього інтересу" [112, С.3]. Практично всі перераховані в останніх двох джерелах форми позакласної роботи з фізики є одночасно і засобами формування пізнавального інтересу до вивчення фізики: фізичні вечори (цікавої фізики, із збірною програмою, за єдиним сценарієм, конкурсні, комплексні, КВК, фізичний хокей); фізичні конференції (наукові, традиційні, конференції-диспути, конференції-симпозіуми, комплексні); фізичні виставки; декади фізики в школі (кінодекади, зоряні походи; громадський огляд знань); шкільне наукове товариство; фізичні газети; усний журнал; фізичний "вогник" і т.д.

М.Т.Мартинюк серед методів і прийомів формування пізнавального інтересу, що має складний зміст, віддає перевагу: 1) залученню учнів до читання додаткових параграфів підручника і науково-популярної літератури; 2) проблемному викладанню навчального матеріалу вчителем; 3) організації навчальної діяльності (остання має вирішальне значення) [125, с.25-26]. В іншій роботі цього відомого в Україні фізика-методиста пропонується з метою розвитку в учнів позитивного ставлення до вивчення фізики та пізнавального інтересу, розв'язувати диференційовані задачі, складені вчителем на матеріалі виробничого оточення школи [126, с.13].

Л.О.Горєв створив своєрідну енциклопедію цікавих дослідів з фізики, до якої увійшло окрім 437 дослідів ще й описання 12 вікторин. На переконання автора: "Досліди підвищують інтерес до фізики і сприяють її кращому засвоєнню" [47]. Багато дослідів можна проводити на простих саморобних приладах, які можна учням легко самостійно зробити у домашніх умовах. Заслуговує уваги той факт, що серед представленого різноманіття цікавих дослідів лише 5 (що становить 1% від загальної кількості!) цілий розділ - оптику.

Наведений контент-аналіз літературних джерел дає змогу стверджувати, що вже відомі різноманітні методи навчання фізики та методичні прийоми в середній загальноосвітній школі, спрямовані на створення стійкого, глибокого інтересу, активізацію уваги і мислення учнів та збудження позитивних емоцій утворюють їх певну множину, що потенційно має системні ознаки (елементи і структурні зв'язки між ними). Найбільш повно елементи такої *традиційної системи* дидактичних засобів формування пізнавального інтересу (ДЗФПІ) у навчанні фізики по-дані і частково описані в "Основах методики викладання фізики" [156, с.197-200].

У УІ-УІІ (УІІ-УІІІ) класах до такого переліку після узагальнення можна віднести: 1) добре підготовані вчителем демонстраційні досліди; 2) самостійний експеримент учнів; 3) виконання домашніх дослідів і спостережень; 4) розв'язування задач, що ілюструють застосування фізичних знань на практиці ; 5) запитання і задачі творчого характеру, що приводять до "відкриття" нових знань, вміння самостійно пояснювати спостережувані явища; 6) емоційний тонус пізнавальної діяльності, що задається вчителем під час розв'язування цікавої задачі; 7) здатність вчителя показувати проблемність задачі і практичне значення знаходження її розв'язку; 8) розв'язування задач з елементами технічного моделювання і конструювання; 9) захист запропонованих учнями проектів.

У старших класах традиційна система доповнюється новими елементами: 10) розробка і захист теоретичних проектів; 11) організація самостійної роботи учнів з додатковою літературою, і зокрема, написання *фізичних творів* та *рефератів*; 12) формування в учнів узагальнених пізнавальних вмінь; 13) оволодіння

методами наукового дослідження; 14) особистість вчителя; 15) громадянська позиція вчителя у його вчинках, оцінці історичного досвіду діяльності окремих вчених, подій сучасності, поведінки і вчинків учнів, у відношенні до своїх обов'язків.

Серед описаних елементів робилися спроби встановлення певних ієрархічних зв'язків: *"Особистість вчителя на уроці, в якій найбільш яскраво проявляються його особистісні якості, та організована ним пізнавальна діяльність учнів є основними джерелами виникнення у школярів інтересу до предмета"* [Там же, с.200].

Проведений пошук дозволив розглянути накопичені в цілому емпірично, як у наукових статтях, так і з досвіду практичного застосування в школі, підходи та віднесені до підходів ДЗФПІ в учнів до вивчення фізики. Прийоми можна вважати об'єктивними відображеннями різних сторін окремого підходу, аспекту. Емпіричний підхід матиме логічне продовження, на наш погляд, у розгляді кожного із них, а потім синтезі у єдине ціле (систему), що відтворюватиме суть у загальному підході до навчання.

Впродовж XX століття у вітчизняній теорії і методиці навчання фізики склалася емпірична **система дидактичних засобів формування пізнавального інтересу до вивчення фізики (ДЗФПІ)**, в якій ми умовно виокремлюємо 5 підсистем. На основі узагальнення, теоретичного та контент-аналізу літературних джерел з проблеми, та враховуючи той факт, що педагогічний процес є системним поняттям, у *традиційній системі* ДЗФПІ в навчанні фізики виокремимо такі основні об'єднуючі підсистеми: 1) засоби, віднесені до особистості вчителя фізики; 2) засоби організованої вчителем пізнавальної діяльності учнів (учіння); 3) засоби змісту навчального матеріалу з фізики; 4) засоби, віднесені до діяльності вчителя у процесі навчання; 5) засоби, віднесені до позакласної роботи вчителя і діяльності учнів. Перші чотири підсистеми стосуються навчання фізики на уроці.

Тоді, зважаючи на відому умовність віднесення конкретних елементів-положень до виокремлених підсистем (деякі з них можуть розглядатися як подвійного або й потрійного призначення), **до першої** *(засоби, віднесені до особис-*

тості вчителя фізики) увійдуть: а) особистість вчителя; б) громадянська позиція вчителя; в) педагогічна позиція вчителя; г) особисте оцінювання вчителем історичного досвіду діяльності окремих вчених-фізиків; д) особисте оцінювання вчителем подій сучасності. е) емоційний тонус пізнавальної діяльності, що задається вчителем під час розв'язування цікавої задачі; є) здатність вчителя показувати проблемність задачі і практичне значення знаходження її розв'язку.

До другої *(дидактичні засоби організованої вчителем пізнавальної діяльності учнів)* входять: а) різні форми самостійної діяльності учнів; б) самостійний експеримент учнів; в) виконання домашніх дослідів і спостережень; г) дослідницький фронтальний експеримент; д) організація самостійної роботи учнів з додатковою літературою; е) написання фізичних творів; є) написання рефератів; ж) захист запропонованих учнями експериментальних проектів; з) розробка і захист теоретичних проектів; и) позаурочна робота з фізики; і) складання задач учнями за матеріалами екскурсій; к) участь у фізичних олімпіадах.

Елементами **третьої** підсистеми стали *засоби, що грунтуються на використанні змісту навчального матеріалу з фізики*: а) новизна матеріалу; б) поновлення засвоєних знань; в) цікаві фізичні факти і досліди (елементи цікавої фізики); г) історизм викладання; д) ознайомлення з сучасними науковими досягненнями у різних галузях; е) міжпредметні зв'язки; є) фізичні парадокси; ж) використання художньої літератури; з) показ практичного значення необхідності знань; і) науковість і системність у викладі навчального матеріалу.

До **четвертої** підсистеми увійшли *засоби, віднесені до діяльності вчителя у процесі навчання*: а) використання наочності; б) екскурсії; в) розв'язування задач; г) розв'язування задач, що ілюструють застосування фізичних знань на практиці ; д) розв'язування задач з елементами технічного моделювання і конструювання; е) запитання і задачі творчого характеру, що приводять до "відкриття" нових знань, вміння самостійно пояснювати спостережувані явища; є) застосування дитячих іграшок; ж) лабораторні роботи (метою яких є важливий фізичний висновок; на оволодіння способом вимірювання фізичних величин; на розрахунок якої-небудь фізичної величини, дані для якого повинні бути отримані самостійно); з) різні

форми організації діяльності учнів під час сприйняття нового матеріалу (проблемний тип уроку); і) різноманітні методики проведення уроку (з різноманітною перевіркою знань і домашніх завдань учнів; уроки-змагання; уроки-конференції; з колективною діяльністю учнів; уроки-дослідження); и) навчальні екскурсії; к) створення цікавих ситуацій на уроках фізики; л) дидактичні ігри на уроках фізики (творчі ігри з елементами уявлюваної ситуації; ігри-змагання з визначенням переможця; спрямовані на виконання цікавого завдання; ігри з роздатковим матеріалом – лото, вікторини і т.п.).

До **п'ятої підсистеми** засобів формування інтересу учнів до вивчення фізики увійшли *засоби, віднесені до позакласної роботи вчителя і діяльності учнів*: а) фізичні вечори; фізичні конференції; б) фізичні виставки; в) декади фізики в школі; шкільне наукове товариство (секція юних фізиків); г) видання фізичних газет; д) усний журнал і т.д.

Традиційна система ДЗФПІ у навчанні фізики на уроках у графічній інтерпретації подана на рис.1.1.

Аналізуючи історичний аспект проблеми формування інтересу учнів до вивчення фізики в школі, умовно відзначимо, принаймні 5 якісно відмінних етапів її генези. На ***першому етапі*** (початок і перша половина XX ст.) переважно дістали розвиток засоби, віднесені до позакласної роботи вчителя і діяльності учнів. На ***другому етапі*** (орієнтовно 60-70-і роки XX ст.) відносно більшу динаміку отримали засоби можливостей змісту навчального матеріалу з фізики та діяльності вчителя у процесі навчання. ***Третій етап*** (70-80-і роки) доповнився активним розвитком засобів організованої вчителем пізнавальної діяльності учнів.

Четвертий етап (80-90-і роки) характеризується значним впливом розгорнутого руху вчителів-новаторів, активнішого розвитку набувають засоби, віднесені до особистості вчителя фізики. ***П'ятий етап*** (90-і роки XX ст., початок XXI ст.) пов'язаний із зміною освітньої парадигми, філософсько-культурологічних засад освіти, а отже характерний не лише еволюційним поступальним розвитком системи розглянутих засобів, як це було на попередніх етапах, а й поглибленням або зміною практично всіх виділених п'яти підсистем.

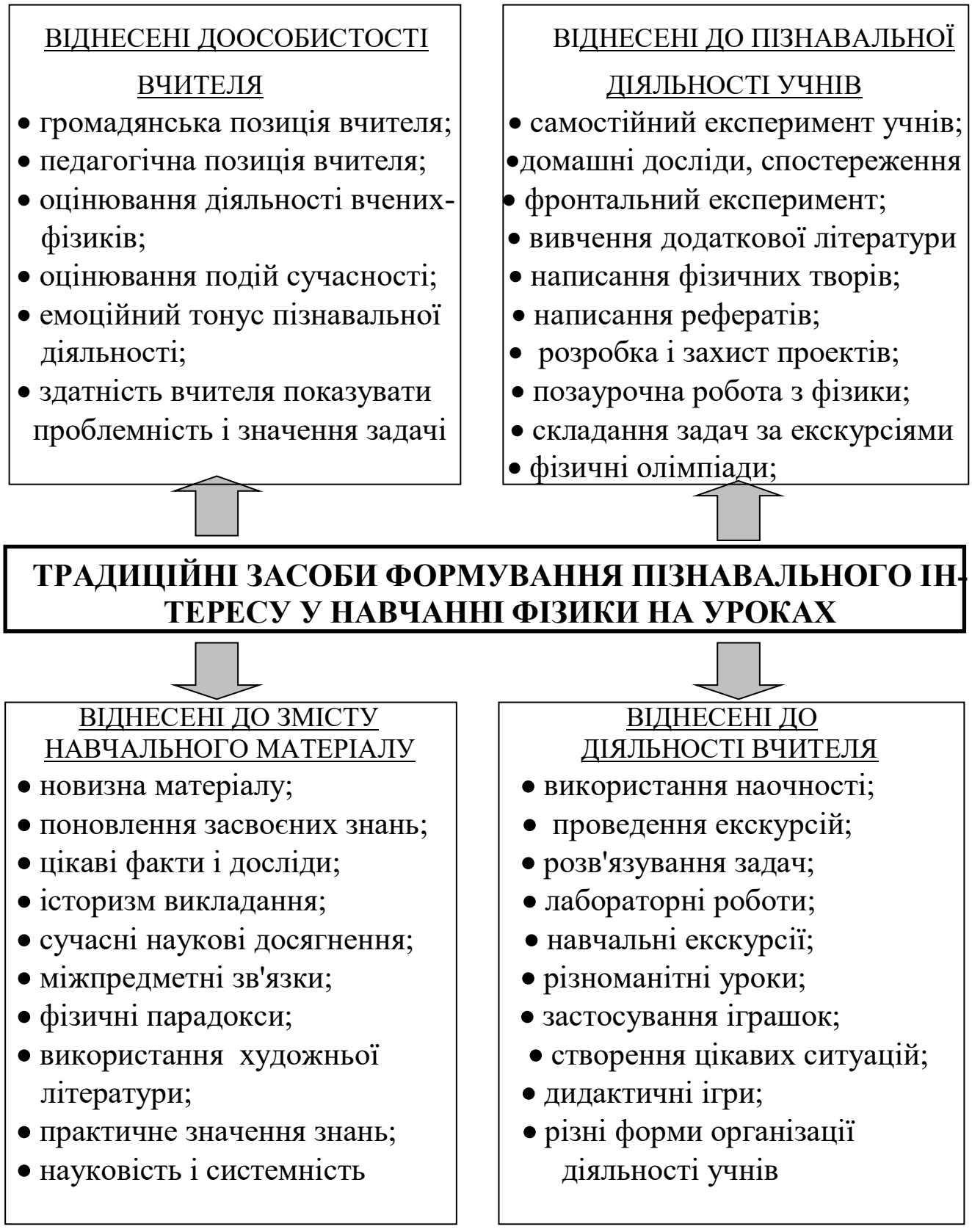


Рис.1.1 Система традиційних дидактичних засобів формування пізнавального інтересу у навчанні фізики.

1.2. Психолого-педагогічні засади формування в учнів інтересу до вивчення фізики в загальноосвітніх школах та школах-ліцеях

Сучасні психолого-педагогічні засади формування пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики в середніх загальноосвітніх закладах сприятимуть адекватному і повнішому усвідомленню та розвитку мотивів навчальної діяльності школярів. У психолого-педагогічній літературі поняття "інтерес" доволі часто, як правило у непрямій формі, ототожнюється з поняттям "пізнавальний інтерес". Цьому багато в чому сприяло визначення згаданих понять в психології.

Психологічний словник відносить інтерес до форм прояву пізнавальної *потреби*, що забезпечує *спрямованість особистості* на усвідомлення *цілей діяльності* і тим самим сприяє орієнтуванню, ознайомленню з новими фактами, більш повному і глибокому відображенню з новими фактами. Суб'єктивно інтерес знаходить прояв в емоційному тоні, якого набирає процес пізнання, в *увазі* до об'єкта інтересу.

С.У.Гончаренко в "Українському педагогічному словнику", встановивши походження поняття "інтерес" (від лат. interest - має значення, важливо), розширює його стосовно навчання [45].

Проте, на наш погляд, треба відзначити той факт, що поняття "інтерес" і "пізнавальний інтерес" мають різні об'єми. Зокрема, Г.І.Щукіна, підкреслюючи особливе значення пізнавальних інтересів у шкільному віці, називає їх "однією з самих значних областей загального феномену "інтерес"[241, с.13]. Пізнавальний інтерес визначається як "...вибіркова спрямованість людини на пізнання предметів, явищ, подій оточуючого світу, що активізує психічні процеси, діяльність людини, його пізнавальні можливості" [Так само, с.21].

В Україні психолого-педагогічні аспекти інтересу стали предметом дослідження чи не вперше за часів колишнього СРСР. Л.А.Гордон ще в 1940 році визначав інтерес як особливий сплав емоційно-вольових і інтелектуальних процесів, що підвищує активність свідомості і діяльності людини [38].

Український педагогічний словник виокремлює інтерес у психології і педагогіці як форму прояву пізнавальної потреби, що забезпечує спрямованість особистості на усвідомлення мети діяльності й тим самим сприяє орієнтації, ознайомленню з новими фактами, більш повному і глибокому відображенню дійсності. Суб'єктивно інтерес виявляється в емоційному тоні, якого набуває процес пізнання, в увазі до об'єкта [45, с.147]. У цьому ж словнику спеціально визначено окремою статтею інтерес у навчанні, як "...активне пізнавальне ставлення учнів до навчання і праці, його виховання й методичне використання. Інтерес є одним із найістотніших стимулів набуття знань, розширення кругозору. При наявності інтересу знання засвоюються грунтовно, міцно<...> **Завдання навчання полягає у формуванні в дитини в міру її розвитку все ширшого кола стійких позитивних інтересів** (*виділено нами – С.Ж.*)"

Основними шляхами виховання позитивних, стійких і дійових інтересів є: "...розуміння учнями значення матеріалу, який вивчається. Інший шлях - включення учнів у активну творчу діяльність шляхом підбору посильних, цікавих, досить різноманітних, нових за змістом чи формою завдань, які спонукають до самостійних, активних роздумів. Важливо, щоб пізнання було пов'язане з позитивними емоційними переживаннями, з радістю" [Там же, с.148].

Р.С.Нємов дає визначення інтересу як емоційно забарвленої, відвищеної уваги людини до якого-небудь об'єкта або явища [147, с.554].

Ч.Скіннер, В.Джеймс визначають інтерес як мотив діяльності, форму вибіркової уваги [249]. Узагальнюючи позиції різних психологічних шкіл Англії, Франції, США, А.М.Шазлі робить висновки по-перше, про спільність для них положення про зв'язок інтересу з активністю суб'єкта (увагою, діяльністю, схильністю) і по-друге, з емоційно позитивним забарвленням інтересу (насолодою, легкість сприйняття). Стосовно природи пізнавальних інтересів єдності в поглядах значно менше (посилання на природженість інтересів, на зв'язок із здібностями, які теж можуть бути природженими, або розвиватися у залежності від навколишнього середовища) [229, с.31].

О.М.Леонтьєв *увагу* розглядає у зв'язку з процесом усвідомлення дитиною навчального матеріалу. Важливим у розумінні невідповідності між очікуваним і дійсним змістом усвідомлення дитиною під час навчального пізнання він вважає загальне психологічне питання *про предмет* усвідомлення - питання про те, що саме і за яких *умов* усвідомлюється людиною. Але традиційне посилання на те, що предметом свідомості стає те, на що спрямована увага, на думку автора, тут нічого не пояснює і пояснити не може, так як воно призводить або до заплутування питання, робить його розв'язок абсолютно безнадійним, або, у кращому випадку, просто відновлює його в іншій формі - як питання про предмет уваги. Процес уваги в свою чергу пов'язаний з внутрішньою дією, внутрішньою мисленою активністю, яка має певну динаміку та ієрархію рівнів [119, с.351-364].

Проте інтерес не може бути описаний лише психічним процесом уваги. "...Задача тут полягає не в тому, щоб зробити зміст, що раніше не викликав інтересу і тому потребував особливого "напруження уваги", *інтересним (курсив наш - авт.)*, так що увага до нього, залишаючись довільною, разом з тим уже не вимагає "напруження"; і не в тому, щоб виховати (як?) нову загальну здібність мимовільної уваги, що володіє в той же час і деякими рисами довільності. Реальна задача тут більш широка і можа бути визначена значно точніше: щоб той чи інший зміст міг бути свідомо контрольованим в умовах, коли актуально усвідомлюваним є інший зміст, потрібно, щоб він раніше займав структурне місце безпосередньої цілі дії" [Так само, с.365].

Але за визначенням О.М.Леонтьєва задача (пізнавальна) і є ситуацією, що вимагає від суб'єкта деякої дії, "ціль, задана в певних умовах" [Там же, с.249]. Таким чином, можна стверджувати, що виховання (формування) пізнавального інтересу до змісту навчання повинне відбуватися не тільки і не стільки простим добором "цікавого", "нового" і т.п. навчального матеріалу, а шляхом включення змісту навчання на місце безпосередньої цілі дії, в активну пізнавальну діяльність засобами розв'язування пізнавальних задач і вправ (за С.Л.Рубінштейном *вправа* - повторне виконання задачі).

С.Л.Рубінштейн на прикладі розгляду інтересу демонструє свій відомий принцип “вичерпування” у пізнанні об’єкта. В його дослідженнях знаходимо кілька різноаспектних і взаємно-доповнюючих визначень як інтересу в цілому, так і пізнавального інтересу зокрема.

По-перше, визначення інтересу як прояву в першу чергу уваги [178, с.113].

По-друге, усвідомлені інтереси С.Л.Рубінштейн ставить поряд з потребами (але не зводить інтерес до потреби, на відміну від інших дослідників), відносить інтереси до суттєвих мотивів у діяльності людини. “Інтереси як мотив, джерело пізнавальної діяльності, є разом з тим її продуктами” [Так само, с.171]. Зокрема, серед мотивів учіння пізнавальний інтерес в його безпосередній та опосередкованій формах відіграє провідну роль. “Для того, щоб діти і взагалі люди вчилися скільки-небудь старанно і ефективно, в них повинна бути якась зацікавленість в учінні або інтерес до нього. Це може бути безпосередній інтерес до учіння і до предмета навчання; це може бути, і в якійсь мірі звичайно буває, і опосередкований інтерес до навчання, пов’язаний з більш або менш ясним усвідомленням того, що воно дає” [Там же, с.81].

По-третє, інтерес як специфічна спрямованість особистості: “...інтерес - це зконцентрованість на певному предметі думок, що викликає бажання ближче ознайомитися з ним, глибше в нього проникнути, не втрачати його з поля зору. Інтерес - тенденція або спрямованість особистості, що полягає в концентрації її помислів на певному предметі [Там же , с.111].”

Четверте. Інтерес як загальна спрямованість особистості: “...інтерес охоплює всі психічні процеси - сприйняття, пам’яті, мислення. Спрямовуючи їх у певному руслі, інтерес разом з тим і активізує діяльність особистості. Коли людина працює з інтересом, вона, як відомо, легше і продуктивніше працює [Там же, с.113].”

П’яте. Заслуговує на увагу визначення специфічної *пізнавальної форми інтересу* як виду інтелектуальної діяльності. Причому цей інтерес, на його думку, не закладений у природі мавпи або людини у вигляді дослідницького імпульсу. “Дослідницький імпульс - це перш за все *інтерес до предмета (курсив наш -*

С.Ж.), народжений тими змінами, яких він набуває у результаті впливів на нього: пізнавальний, *теоретичний* інтерес зароджується у *практичній* діяльності" [177, с.137].

Шосте. Визначення важливого емоційного компоненту інтересу та його ролі у загальній структурі. Інтерес як мотив, що діє в силу свого усвідомленого значення і *емоційної привабливості*. Коли загальний рівень свідомості або усвідомленість даного інтересу невисокі, панує емоційна привабливість. При відсутності більш або менш емоційної привабливості буде усвідомлення значення, обов'язку, але не буде інтересу [178, с.112]."

Н.Г.Морозова підходить до пізнавального інтересу як до відношення динамічного характеру, яке зазнає в подальшому певних змін: "Інтерес (в тому числі пізнавальний) можна визначити як емоційно-пізнавальне відношення... до предмета або до безпосередньо мотивованої діяльності, відношення, що переходить за сприятливих умов в емоційно-пізнавальну спрямованість особистості" [143, с.11].

Л.М.Фрідман і І.Ю.Кулагіна дещо розширюють мотиваційний аспект інтересу, вони розглядають інтерес-збудження (на нашу думку, термін запозичено у К.Ізарда) як мотив. Інтерес-збудження - це почуття захвату, зачарування, цікавості. У індивіда, в якого є інтерес, виникає бажання досліджувати, втручатися, розширяти досвід шляхом отримання нової інформації і підійти до особи або об'єкта, збуджуючого інтерес [219, с.266-267]. Таке поєднання інтересу і збудження в єдиному мотиві дозволяє, на наш погляд, пояснити зв'язок активності індивіда і активізації пізнавальної діяльності та пізнавального інтересу.

А.К.Маркова та її послідовники розглядають "інтерес як наслідок, один із інтегральних проявів складних процесів мотиваційної сфери (іншим загальним проявом стану мотиваційної сфери можуть виступати відношення особистості)". При цьому інтерес і мотиваційну спрямованість не розташовують рядоположно "...а вирізняють, вважаючи мотиваційну сферу основою, джерелом, а інтерес – наслідком і проявом процесів, що в ній проходять. Цей крок у теоретичному розумінні інтересу дозволяє нам більш точно і прицільно досліджувати процесс його формування - не тільки через зміст навчального матеріалу, активізацію діяль-

ності учіння, але і через розвиток мотиваційної сфери і її складові (мотиви, цілі, емоції)" [217, с.29].

Комплексне визначення інтересу, що дістало послідовного розвитку протягом десятків років [241-243], знаходимо також у дидактичних працях Г.І.Щукіної: "...інтерес виступає як: вибіркова спрямованість людини на об'єкти і явища навколишньої дійсності; тенденція, намагання, потреба людини займатися саме даною областю явищ, даною діяльністю, що приносить задоволення; потужний збуджувач активності людини, під впливом якого психічні процеси перебігають інтенсивно, а діяльність стає привабливою і продуктивною; особливе, вибіркове, наповнене активними задумками, сильними емоціями, вольовими прагненнями відношення особистості до навколишнього світу, до його об'єктів, явищ, процесів (В.М.Мясіщев)" [241, с.13].

Розглядаючи взаємозв'язок видів діяльності в процесі учіння і їх вплив на пізнавальний інтерес, Г.І.Щукіна вказує при цьому на їх інтегральний характер: "Це своєрідний багатоаспектний сплав думки, волі, уваги, емоцій, уяви - усіх процесів, відображуючих стан свідомості і діяльності. Думка-воля, думка-дія, думка-переживання (С.Л.Рубінштейн) - увесь цей взаємодіючий комплекс виступає у пізнавальному інтересі як інтегральне, властиве тільки людині як суб'єкту діяльності утворення" [Там же, с.52].

В.С.Ротенберг та С.М.Бондаренко визначають інтерес як глибинний внутрішній мотив, оснований на властивій людині природженій пізнавальній потребі. Інтерес, на думку авторів, це не лише питання про добрий емоційний стан учнів на уроках, але і активізація, стимуляція волі і уваги, стимул для легкого і міцного запам'ятовування. Інтерес сприяє розвитку інтелекту і особистості в цілому та збереженню здоров'я. За стресових психотравмуючих ситуацій люди, що проявляли пошукову активність, захворюють значно рідше, ніж люди, позбавлені такої активності [176, с.41 - 42].

Необхідність інтегрального підходу до визначення психологічних чинників інтересу, яка декларується вітчизняними дослідниками (С.Л.Рубінштейн, Г.І.Щукіна), ще знаходиться, як ми вважаємо, тільки на початку цілеспрямовано-

го загальнодидактичного вирішення і реалізації. Проте ці ідеї знаходять підтвердження у дослідженнях американського психолога К.Ізарда (інтерес як взаємодія і розвиток почуттів, думок, дій і відношень).

Серед ***причин*** інтересу К.Ізардом називаються *почуття*: 1) особистої участі, відповідальності, перспективи чогось досягнути; 2) пізнання, отримання нового знання; 3) цікавості; 4) відчуття активності, енергії; 5) відчуття того, що ти потрібен; 6) насолодження чим-небудь; 7) інші. *Думки*: 1) приваблюючі ясністю, ефективністю, логічністю; 2) пов'язані з бажанням отримати нові знання; 3) про певну особу; 4) про форми діяльності; 5) про життя і майбутнє; 6) про особисті досягнення і вигоди; 7) про приємних людей і форми діяльності; 8) про те, що ти потрібен; 9) про навчальний предмет і пов'язані з ним питання; 10) інші. *Дії та відношення*: 1) відтворювані разом з певною особою; 2) приємна дія; 3) успішна дія; 4) нова творча дія, відкриття чого-небудь; 5) цікаві речі; 6) щось, що є важкою задачею; 7) робота з ентузіазмом; 8) інші.

Наслідками інтересу можуть бути - *почуття*: 1) бажання вивчити, оволодіти знанням; 2) особиста участь, відповідальність; 3) інтерес-збудження як такий; 4) напруженість, активність, енергійність; 5) упевненість в собі, задоволеність собою; 6)замисленість, натхнення; 7) інші. *Думки*: 1) ясне, швидке, логічне мислення; 2) про нові предмети; 3) про бажання вивчити, оволодіти знаннями; 4) про можливі досягнення або вигоди; 5) про захоплюючі і приємні речі; 6) інші. *Дії*: 1) вивчення, оволодіння знаннями, участь у чомусь і досягнення чогось; 2) дуже вдале виконання дії; 3) задоволеність собою; 4) якась важлива дія; 5) інші дії [89, с. 195-208].

Виходячи з прямих визначень, що перелічені вище, абсолютно логічним є доповнення згаданих раніше "поодиноких" пізнавальних психічних процесів, пов'язаних з пізнавальним інтересом їх комплексом: увагою, мисленням, пам'яттю, уявою, емоціями, волею.

У своїй наступній книзі "Психологія емоцій" (англійською мовою книга вийшла друком у 1991 році), К.Ізард визначає **інтерес як емоцію,** значно глибше дослідивши його зв'язок з когнітивними процесами.

"… Інтерес є домінуючим мотиваційним станом у повсякденній діяльності нормальної людини. ...Інтеракції "інтерес – когнітивний процес" обумовлені афективно-когнітивними орієнтаціями, або структурами, що характеризують конструктивну, дворчу діяльність здорового індивіда. …Інтерес – позитивна емоція, вона переживається людиною частіше, ніж інші емоції. Інтерес відіграє виключно важливу мотиваційну роль у формуванні і розвитку навиків, умінь і інтелекту. Інтерес – єдина мотивація, що забезпечує працездатність людини. Окрім того, він необхідний для творчості" [90, с.104-106].

Причому емоцію інтересу К.Ізард називає першою серед базових, або фундаментальних (!) емоцій. Всього таких емоцій налічується 8 (інтерес, радість, здивування, скорбота, гнів, відраза, зневага і страх). Їй властиве філогенетичне походження (тобто при уважному спостереженні можна побачити подібність у експресивній міміці людини і інших приматів). Мімічно базова емоція себе проявляє протягом обмеженого інтервалу часу. Наприклад, для дорослих цей інтервал складає від 0,5 до 4 секунд. Для дорослого – це злегка піднята брова, м'яко округлений рот. Інтерес у буквальному смислі визначає наші думки і спогади, оскільки він у значній мірі обумовлює зміст нашого сприйняття, уваги і пам'яті [Там же, с.64-106].

Інтереси мають видові відмінності та власну структуру. Їх можна класифікувати *за змістом*, саме зміст інтересу визначає його соціальну цінність (суспільна робота, наука, мистецтво, мода, і т.д.).

Виокремлюють *опосередкований* і *безпосередній* інтереси. Безпосередній інтерес характерний зацікавленістю самим учінням, вивчаємим предметом, коли учнем керує потяг до знань. Опосередкований інтерес як цінність має на увазі не власне знання, а щось з ним пов’язане (наприклад, соціальні пільги з отриманням певного кваліфікаційного рівня). Проте в психолого-педагогічній літературі наголошується на хибності навмисного протиставлення опосередкованого і безпосереднього пізнавального інтересу, можливим є такий розвиток пізнавальних інтересів особистості, коли її опосередкований інтерес може переходити в опосередкований [178].

Інтереси можуть класифікуватися також за *рівнями усвідом-леності, оформленості, або визначеності* - не усвідомлені, аморфні, або не диференційовані інтереси, що характеризується легким збудженням до всього взагалі і ні до чого конкретного або ж відсутністю збудження взагалі. Логічним буде стверджувати, що оформлений інтерес є диференційованим інтересом.

Пізнавальні інтереси можна порівнювати також за *охопленням та розподілом* кількості розглядуваних об'єктів чи їх систем та певних галузей знань, що їх об'єднують. Зокрема, інтереси можуть бути зконцентровані на вузькій області знань і визначати тим самим односторонність розвитку особистості (*вузькі, або монофокальні*). Якщо ж є два, або кілька центрів групування інтересів в дуже відмінних областях, можлива ситуація роздвоєності або біфокальності (*біфокальні, поліфокальні* інтереси). Остання може викликати гальмування діяльність в обох напрямках і учень ніде не зможе досягти значних успіхів (образно кажучи - ситуація одночасного переслідування двох зайців). Найбільш сприятливою для різностороннього розвитку і зконцентрованості особистості для успішної діяльності є *стрижневі* інтереси, коли "...інтереси, достатньо широкі і багатосторонні, зконцентровані у одній області, при тому пов'язаними найсуттєвішими сторонами людської діяльності, що навколо цього єдининого стрижня може згрупуватися достатньо розгалуджена система інтересів"[178, с.114]. Але окремого поняття *широкого* інтересу С.Л. Рубінштейн не розглядає.

Цікавою є точка зору В.В. Рєпкіна на *широкий* навчальний інтерес у порівнянні з *пізнавальним інтересом в учінні*. Широкий навчальний інтерес спрямований на зовнішні сторони нових, незвичайних явищ або на сам процес нової дії; має яскраво виражений ситуаційний характер (з отриманням потрібної інформації або закінченням дії вичерпує себе, з'являються симптоми набридання); не має збуджувальної сили (за своєї ініціативи учень не звертається до предмета; погано усвідомлений (учень не в змозі пояснити, що саме і чому йому подобається в предметі; знаходить прояв у достатньо бурхливих, але короткочасних реакціях. Пізнавальний інтерес в учінні спрямований спочатку на зміст знання, а потім на спосіб його виявлення; поступово набуває стійкого характеру, зберігаючись за

межами тієї ситуації, де він виник; легко узагальнюється; вирізняється ненасиченістю (більш глибоке знайомство з предметом або способами дії підвищує його привабливість, породжує нові питання); служить одним із найсильніших мотивів, спонукає учня займатися предметом не тільки на уроці, але і самостійно, за його межами; швидко і правильно усвідомлюється (учень вірно і обгрунтовано пояснює причину свого інтересу).

Інтереси описують також за їх *силою* та *активністю*. Інтерес може бути *слабким*, або ж настільки *сильним*, що людина може йти на кардинальні зміни і навіть жертви у своєму житті (зокрема, пізнавальні інтереси М.В.Ломоносова, його дисертаційні дослідження). Інтереси можуть бути не лише *активними*, але і *пасивними*. Між ними теж є діалектика зв'язку, відмінності між ними не є абсолютними: "...пасивний і активний інтереси - це не стільки якісна відмінність двох видів інтересів, скільки кількісні відмінності, що допускають множину відмін в їх силі або інтенсивності" [178, с.114].

За ознакою *стійкості* інтереси можна поділяти на *стійкі* і *нестійкі*. Для імпульсивних, емоційно не урівноважених особистостей один інтерес може часто змінюватися іншим. С.Л.Рубінштейн пропонує час дії інтересу в діяльності вважати кількісною мірою стійкості інтересу. Пов'язана з силою, стійкість інтересу в основі своїй визначається не стільки нею, скільки глибиною, тобто ступенем зв'язку інтересу з основним змістом і властивостями особистості. Першою передумовою існування у людини стійких інтересів є існування у данної особистості стрижня, генеральної життєвої лінії. Якщо він відсутній, відсутні і стійкі інтереси; якщо він є, стійкими будуть ті інтереси, які з ним пов'язані, частково його відображуючи, частково - формуючи [178, с.115].

Отже ознака стійкості пізнавального інтересу фактично визначається через ознаку глибини, а самі інтереси можна поділяти на *глибокі* та *поверхневі* (тут, на наш погляд, можливі асоціативні порівняння з кореневою системою рослин).

Конкретизуючи видові відміни інтересів за різними ознаками до процесу навчального пізнання, можна подати їх графічну інтерпретацію (див. Рис. 1.2).

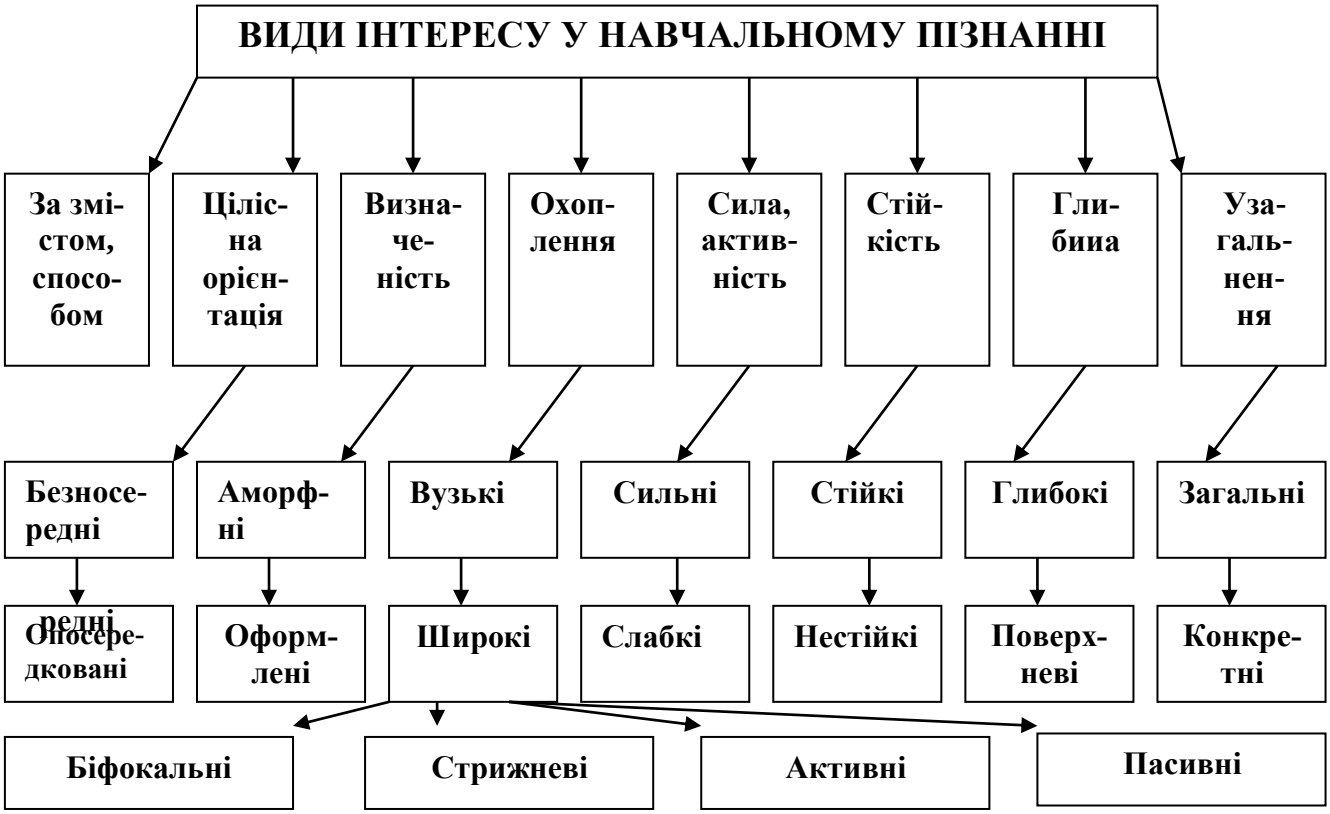


Рис. 1.2 Види інтересу у навчальному пізнанні.

За рівнем узагальнення інтереси можна поділяти на *загальні* і похідні, або *конкретні*. Загальні інтереси є за своєю природою прихованими (латентними), що можуть досить легко актуалізуватися. Цікава образна модель поєднання інтересів в динамічних системах, та місце серед них загального інтересу приводиться С.Л.Рубінштейном: “Інтереси звичайно зв’язані між собою в пучки, скоріше в динамічні системи, розташовуються ніби гніздами і вирізняються за глибиною... Більш загальний інтерес звичайно є і більш стійким... Інтереси у загальній спрямованості особистості створюють систему рухливих, мінливих, динамічних тенденцій зі змінним центром ваги” [178, с.115].

Структурно схема критеріїв-характеристик інтересу в учінні подається у нашій інтерпретації на рис.1.3.

До ***змістовних*** відносяться: *вибірковість* як спрямованість на певний предмет (навчальний предмет, що вивчається, сторони діяльності учіння, ті чи інші

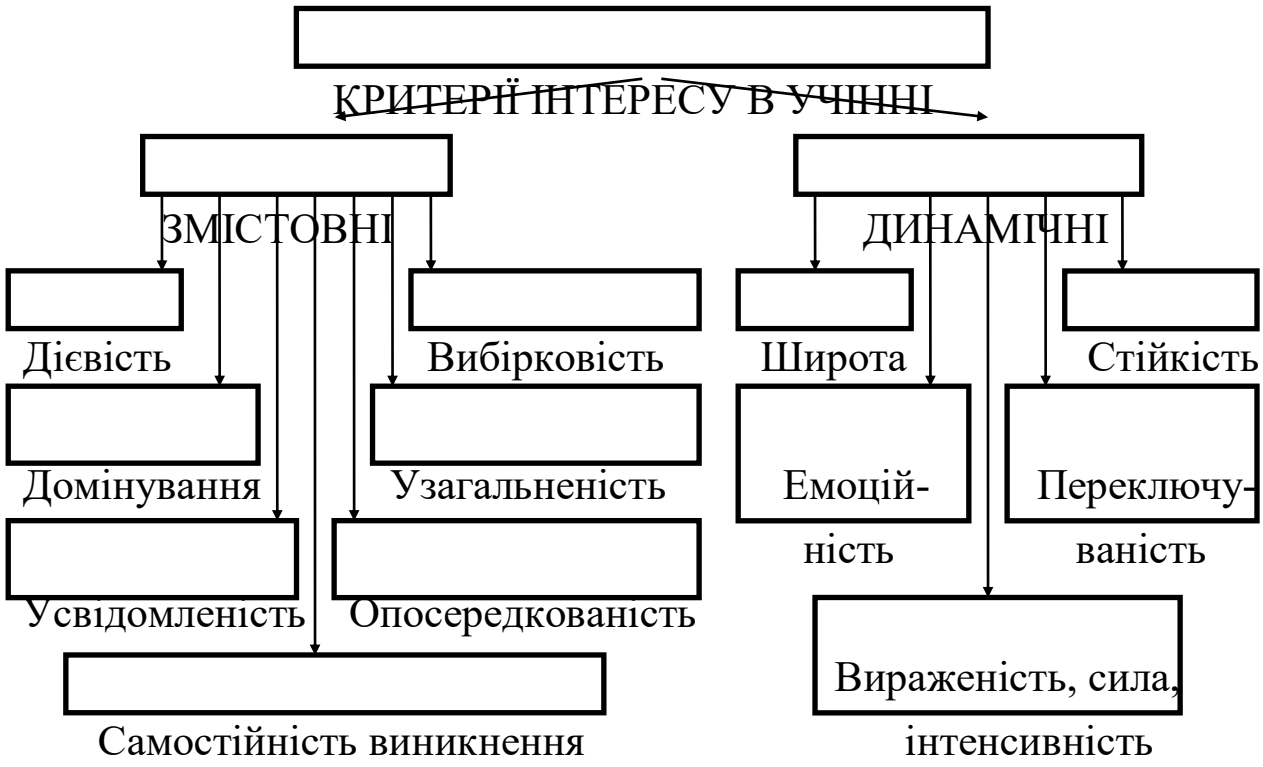


Рис.1.3 Критерії-характеристики інтересу в учінні за А.К.Марковою

аспекти спілкування з іншою людиною); *дієвість* як вияв інтересу у реальній поведінці і вчинках научуваного; *домінування* як переважання у структурі особистості;
активність як концентрація в інтересі багатоманітних зусиль особистості; *опосередкованість* як заломлення безпосередніх спонукань соціальними еталонами і ціннісними орієнтаціями; *усвідомленість* як відображення у свідомості научуваного предмета інтерсу і способу його задоволення; *узагальненість* як розповсюдженість інтересу на ряд навчальних предметів, занять; *самостійність виникнення* як прояв інтересу без допомоги дорослого, іншої людини.

До ***динамічних***: *стійкість* як тривалість збереження; *вираженість, сила і інтенсивність* (за об'ємом виконаної роботи, тривалості самостійного звертання до предмета інтересу); *емоційність* як позитивна або негативна модальність інтересу; *переключуванність* як гнучкість, легкість переходу від одного інтересу до

іншого; *широта* як кількість об'єктів і предметів, на які розповсюджується інтерес [217, с.33-34].

1.3. Дидактичні основи формування пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики у багатопрофільному ліцеї

Дидактичні основи проблеми вивчення і формування пізнавального інтересу досить інтесивно досліджувалися у вітчизняній педагогіці протягом 70-80 років XX століття (Г.І.Щукіна, І.Я.Лернер, Ю.К.Бабанський, М.М.Скаткін, Д.І.Трайтак, В.М.Максимова та ін.). Актуальність формування стійкого інтересу у навчанні засвідчується в численних публікаціях: [33, 46, 53, 62, 64, 69, 81, 84, 88, 116, 127, 128, 129, 130, 136, 145, 150, 158, 198, 210, 223, 244, 245]. Особливий внесок у дослідження внесла Г.І.Щукіна, її наукова школа та послідовники. Результати дослідження цієї проблеми друкувалися у тематичній збірці наукових педагогічних праць ЛДПІ ім. А.І.Герцена "Педагогічні проблеми формування пізнавальних інтересів учнів" що регулярно видавалася з 1975 року до кінця 80 років. У загально-дидактичному плані пізнавальний інтерес визначається як "...вибіркова спрямованість людини на пізнання предметів, явищ, подій оточуючого світу, що активізує психічні процеси, діяльність людини, його пізнавальні можливості" [241, с.21].

На існування і важливість дидактичного аспекту проблеми формування (розвитку) пізнавального інтересу до вивчення фізики в багатопрофільному ліцеї вказує багато свідчень. Дослідники пізнавального інтересу як в психології, так і педагогіці [178, 217, 241 та ін.] високо оцінюють провідну і навіть універсальну роль формування пізнавальних інтересів у процесі навчання учнів: "Інтереси служать <...> з одного боку, засобом, яким педагог користується, щоб зробити навчання більш ефективним, а з другого боку, інтереси, їх формування є метою педагогічної роботи; формування повноцінних інтересів - найсуттєвіше завдання навчання" [178, с.116].

Як вважає відомий американський дослідник К.Ізард, роль емоції інтересу у розвитку знань, умінь, навичок і інтелекту беззаперечна. "Інтерес спрямовує і

підтримує інтелектуальну активність людини. <…> Хоча емоція інтересу є природженою, соціалізація відіграє провідну роль у її розвитку, а значить, і у *формуванні* (курсив наш.- С.Ж.) людської особистості" [90, с.144]. Несприятливі соціально-економічні умови протидіють розвитку і соціалізації інтересу особистості, тоді як "збагачені" умови, терпимість і підтримка батьків сприяє розвитку цієї важливої емоції. Взагалі кажучи, інтерес може бути спрямований на що завгодно, але найбільшу користь людству приносять інтелектуальні, естетичні і інші види творчої діяльності. Взаємозв'язок між емоцією інтересу, когнітивною орієнтацією може з часом визначити тип особистості – мислительний, діяльнісний або афективний. Інтерес у поєднанні з радістю складає у дитини мотиваційну основу гри і інших форм діяльності. Емоція інтересу при цьому відіграє дуже важливу роль у мотивації успіху. Саме прагнення до досягнення успіху може бути виміряне ступенем прояву емоції інтересу. Інтерес просто необхідний для розвитку навиків, саме він мотивує діяльність людини, спрямовану на вдосконалення природжених здібностей особистості [Так само, с.144- 145].

Можливі різні підходи у дослідженні інтересу учнів до вивчення фізики. В педагогічній психології розглядаються принаймні три можливих стратегії дослідження інтересу в учінні: 1) вивчення впливу мотивації і інтересу на діяльність; 2) генези самої мотивації і інтересу; 3) впливу діяльності на мотивацію, інтерес. У *першій* стратегії до початку діяльності учіння задаються, посилюються ті чи інші мотиви і інтереси і простежуються їх вплив на діяльність. За *другої* стретегії мотиваційна сфера вивчається окремо, при цьому зв'язок мотивації з діяльністю припускається, але експериментально не варіюється. *Третя* стратегія полягає у зміні тих чи інших умов діяльності і вивченні впливу цього на генезу мотивації і інтересу [217, с.35].

Третя стратегія допускає формуючий експеримент, як адекватний об'єкту дослідження - особистості учня у її розвитку (експериментально-генетичний метод Л.С.Виготського).

Складність предмету психологічних процесів, що лежать в основі пізнавального інтересу і розглядались нами вище, зумовлює різноманітність проявів пі-

знавального інтересу у навчанні і учінні. Багатоаспектність і багатоплановість явища пізнавального інтересу Г.І.Щукіна у своїй монографії [241] поєднує у трьох, за її виразом, “модифікаціях”:

1. Пізнавальний інтерес як засіб навчання.

2. Пізнавальний інтерес як мотив діяльності учіння.

3. Пізнавальний інтерес як стійка якість особистості.

Перша модифікація розглядається часто у педагогічній практиці лише як зовнішній стимул, як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів, ефектний інструмент вчителя, що робить процес навчання привабливим, привертає мимовільну увагу учнів, змушує активізувати їх мислення, хвилюватися і переживати, захоплено працювати над навчальною задачею.

Ключовим у розумінні пізнавального інтересу як засобу навчання є поняття *цікавості*, з приводу якого як у психологів,так і дидактів і методистів немає єдності. З одного боку, цікавість як елементарний рівень інтересу, нехай і нестійкого, нетривалого сприяє популяризації науки, яка в умовах стрімкого зростання наукової інформації потрібна навіть самим вченим. Засновником вітчизняного жанру наукової популяризації (зокрема фізичних знань) є Я.І. Перельман [163, 164].

З другого боку, цікавість вважається миттєвою і емотивною (фактично перешкодою зусиллям волі, напруженому мисленню в процесі пізнавальних задач). Лише емоційна захопленість і інтелектуальна готовність до подальшої діяльності надає навчальному інтересу роль довготривалого фактору (Б.Г.Ананьєв). К.Д.Ушинський вважав неприпустимим приносити зміст науки в жертву цікавості. Цікавість - важливий і в той же час достатньо гострий засіб навчання, призначення якого визначається:

- як первинний поштовх до пізнавального інтересу, своєрідний трамплін до поглибленої пізнавальної діяльності;

- як опора для емоційної пам’яті, засіб запам’ятовування особливо важких розділів і тем навчальних курсів;

- як своєрідна розрядка напруженого стану в класі, тобто як засіб переключення емоцій, уваги, думок;

- як засіб підвищення емоційного тонусу учбової діяльності учнів з недостатньою працездатністю, мобілізації їх уваги і вольових зусиль.

Друга модифікація має суттєве психологічне і найбільш важливе підґрунтя. Пізнавальні інтереси, як сильний мотив учіння, черпаючи із зовнішнього світу "будівельний матеріал" (С.Л.Рубінштейн), генералізується у подібних ситуаціях і стає могутнім утворенням самої особистості. Пізнавальний інтерес *як мотив* має ряд суттєвих відмінностей:

1. Пізнавальний інтерес усвідомлюється школярем раніше інших мотивів. У старших підлітків мотив пізнавального інтересу переважає над усіма іншими.

2. У порівнянні з іншими мотивами, пізнавальний мотив більш точно відображує мотивацію учіння пізнавальний інтерес дуже близький до школяра за власною суттю.

3. Пізнавальний мотив більше доступний для спостереження. Його легше виявити, розпізнати, визвати, а отже і легше керувати його формуванням.

4. Пізнавальний інтерес як мотив особистості має меншу ситуаційну залежність, аніж інтерес як засіб навчання. Під впливом цього сильного мотиву учень захоплено навчається не тільки на уроках і під час приготування домашніх завдань, а й читає додаткову літературу, постійно ставить перед собою запитання, що дозволяє більш глибоко вивчати предмет, знаходити джерела задоволення свого інтересу. Інтерес в руках вчителя як засіб навчання, його методів, його інструментарію не такий надійний у діяльності учнів. Коли зовнішні впливи вчителя трансформовані у внутрішні переконання школярів, в їх мотиви учіння, учень стає більш відкритим, чутливішим до зовнішніх впливів. Він стає не тільки об'єктом виховання і навчання, він - суб'єкт, що ставить перед собою особисті цілі, плани, які співпадають з цілями і планами вчителя і навчання в цілому.

5. Пізнавальний інтерес є ланкою у системі мотивації і не відокремлений від інших мотивів, які одночасно використовує учень (мотиви обов'язку, відповідальності, необхідності самоствердження, соціальні і колективні мотиви і т.д.). Це необхідно використовувати, формуючи пізнавальний інтерс, тому що взає-

мозв'язок мотивів збагачує особистість, а інтерес до пізнання, базуючись на психологічній основі, позитивно впливає на інші мотиви.

Взаємов'язок мотивації і пізнавального інтересу явище більш складне і неоднозначне. Якщо А.К.Маркова і її послідовники розглядають стосовно учіння "...інтерес як наслідок, як один із інтегральних проявів складних процесів мотиваційної сфери" [143, с.29], то Г.І. Щукіна застерігає від узагальнення і спрощення такого зв'язку між мотиваційною сферою і інтересом. "...Слід визначити місце пізнавального інтересу у загальній структурі мотивації: він може відігравати провідну роль, а може бути і підпорядкованим <...> ми б не ставили такого завдання по відношенню до інтересу як особистісного інтегрального і гранично складного утворення, а не тільки як до мотиву діяльності. Інтерес формується не тільки під впливом внутрішніх факторів <...> Характер мотиваційної сфери, звичайно, сприяє розвитку і формуванню інтересу школяра до учіння, але вважати мотивацію джерелом руху інтересу було б необачно. Це означає ігнорування соціальної детермінації інтересу" [241, с.28-29].

Третя модифікація показує закріплення постійно функціонуючого у діяльності учня пізнавального інтересу у взаємозв'язку з мотивами і стійкими способами поведінки. Пізнавальний інтерес насамкінець стає стйкою рисою людини, його особистості. Як риса особистості, пізнавальний інтерес проявляє себе у будь-якій обстановці, в будь-яких умовах. "Одержимі" люди долають всі перепони на шляху до наукових відкрить, творять за будь-яких обставин, і навіть всупереч їм.

Пізнавальний інтерес як стійка риса особистості визначає активність школяра в учінні, самостійну ініціативу у постановці пізнавальних цілей, визначає по-шуковий, творчий характер будь-якого виду, будь-якої форми пізнавальної діяль-ності (на уроці, у домашньому учінні, у вільному читанні, у конструюванні і т.д.).

Проте традиційний підхід у формуванні пізнавального інтересу при вивченні фізики переважно грунтується на процесі навчання вчителем і в значно меншій – на процесі учіння школярем. Але вихідним положенням **гуманістичної**

психології (К.Роджерс) якраз і є ствердження меншовартості першого у порівнянні з учінням. Саме тільки учіння, основане на самодіяльності, саморегуляції і самопізнанні є цінним і осмисленим.

З точки зору К.Роджерса, **існують два типи учіння**, що є діаметрально протилежними за своїм впливом для розвитку особистості: "когнітивне учіння" і "досвідне учіння". До когнітивного типу відносяться всі процеси учіння, що описуються традиційними теоріями навчання ("засвоєння знань" та ін.). Протилежним до когнітивного є тип "досвідного учіння", що грунтується на власному значимому для особистісного розвитку і емоційної сфери досвіді. Хоча сам особистісний досвід розвивається когнітивно [220, с.321].

Така перевага особистісному досвіду надається з погляду на те, що людина повинна залишатися собою, відчувати не почуття неповноцінності і потреби у психологічному захисті, а почуття власної адекватності, що дозволяє їй бути сприйнятливою до оточуючого її світу. Саме власний досвід кожної людини є для неї самоцінним і заслуговуючим на довіру, адже саме він є у кінцевому рахунку єдиним критерієм оцінювання життєвиїх подій. Саме таке учіння, під час якого людина взаємодіє з реальними людьми і сама вчиться бути реальною, адекватною, здатне приносити величезне задоволення.

В **гуманістичній педагогіці** вважається, що метою вчителя є допомога учням досягти повноти своєї самореалізації. Потяг до учіння є природньою потребою особистості, що могла б зберігати свою актуальність протягом всього життя людини, якби не пригнічувалась умовами існування. Вирішальним в учінні є той досвід, що дає можливим сприйняття і внутрішнє прийняття індивідом нової для нього інформації, нових людей. *Головною проблемою у сфері освіти* є розробка методів, здатних підтримати у всих школярів без виключення здорову допитливість і спрагу учіння, що могли б замінити будь-які "батоги і пряники" штучної мотивації. За К.Роджерсом потрібно *вивільнити цікавість учнів, дозволити їм пошук, вільний вибір напрямку учіння, визначений їх власними інтересами, дати їжу їх допитливості, стимулювати дух відкриттів* (*виділено нами* – С.Ж.). Не витримує критики розповсюджена думка, що всі головні істини принципово ві-

домі і тому завданням освіти повинно бути повідомлення фактич-них деталей, що вимагають пасивного засвоєння. Істиний процес учіння перед-бачає свідоме, відповідальне включення в нього учня, його готовність бути пості-йно відкритим до сприйняття нового досвіду і постійно змінюватися самому із змінами навколишньої реальності. Учіння в досвіді може стати реальністю тільки у тому випадку, якщо до нього вдається залучити самих учнів [Так само, С.322].

Загальну роль пізнавального інтересу у навчанні, виходячи з психологічної сутності його найбільш значних сторін (модифікацій), можна визначити так:

- пізнавальний інтерес має можливості актуалізувати найбільш важливі елементи знань, сприяти успішному оволодінню вмінь і навичок (як засіб навчання);

- сприяє зустрічному рухові учня до вчителя, що необхідний для успішного процесу навчання (як засіб учіння);

- дозволяє спроектувати та реалізувати не тільки властивий для традиційного навчання "когнітивний тип учіння" школярів, а і розроблений в гуманістичній психології більш цінний і ефективний для особистісного розвитку "досвідний тип учіння";

- сприяє формуванню особистості, необхідної суспільству - допитливої, активної, пошукової, творчої (як стійка риса характеру учня).

1.4. Особливості навчання здібних і обдарованих дітей у багатопрофільному ліцеї

Вітчизняні дослідники психології здібностей виходять з положення, що здібності - це те, що пояснює швидке засвоєння, закріплення і ефективне використання знань, умінь і навичок, але у кінцевому рахунку не зводиться до знань, умінь і навичок. Здібності дитини формуються засобами оволодіння у процесі діяльності змістом матеріальної і духовної культури, науки і техніки і т.п. Вихідною передумовою для такого розвитку здібностей дитини є задатки. У процесі засвоєння знань, умінь і навичок задатки починають розвиватися у здібності (Л.С.Виготський, Л.А.Венгер, Н.В.Кузьміна, В.А.Крутецький, М.С.Лейтес, О.М.Леонтьєв, М.О.Менчинська, Б.М.Теплов, С.Л.Рубінштейн та ін.).

Б.М.Теплов в понятті “здібності” об’єднував три положення: “По-перше, під здібностями розуміють індивідуально-психологічні особливості, що виокремлюють одну людину від іншої <...> По-друге, здібностями називають не всякі взагалі індивідуальні особливості, а лише такі, що мають відношення до успішності виконання будь-якої діяльності або багатьох діяльностей <...> По-третє, поняття “здібність” не зводиться до тих знань, навичок і вмінь, які вже є у даної людини" [203, с.281].

У психології виокремлюють загальні і спеціальні вищі інтелектуальні здібності, теоретичні і практичні, навчальні і творчі і т.д. Психологи вважають, що окремо взяті здібності безпосередньо не визначають успішність виконання певної діяльності, а лише їх вдале поєднання, саме таке, яке для даної діяльності необхідне. Практично не існує такої діяльності, успіх у якій визначався б лише однією здібністю. Такою, на наш погляд, гіпотетично можна вважати і здібність до вивчення фізики. Лише у поєднанні із здібностями загальними, спеціальними (математичними та ін.), теоретичними (або практичними для фізика-експериментатора), навчальними та ін. здібність до вивчення фізики забезпечить успішність діяльності учіння. Саме на розвиток певного поєднання здібностей повинне бути зорієнтоване цілеспрямоване навчання фізики в багатопрофільному ліцеї. На думку Р.С. Немова комплексний і різносторонній розвиток здібностей учнів залежить від багатоплановості і різноманітності видів діяльності, в які вони включаються. Становлення і розвиток здібностей - це також результат научіння, і чим сильніше підкріплення, тим швидше буде іти розвиток [147, с.329].

Як співвідносяться між собою поняття “здібність” та “обдарованість”? Дуже часто ці поняття використовують як синоніми. Психологічний словник наводить п’ять визначень обдарованості, останні два з яких достатньо широко вживані в педагогічних джерелах: обдарованість як сукупність *задатків*, природніх даних, характеристика ступеня прояву і своєрідності природніх передумов здібностей і обдарованість як *талановитість*. Або, іншими словами, обдарова-ність – це поєднання і вищий ступінь прояву здібностей (М.С.Лейтес, Б.М.Теплов).

Однією серед самих найпоширеніших зарубіжних концепцій обдарованості є мала модель "людського потенціалу" Дж. Рензуллі (див. рис. 1.4).

Кожен круг вміщує в собі один із системоутворюючих факторів обдарованості: здібності вище середніх, включеність у задачу; креативність. Особливо цікавим є те, що за Дж. Рензуллі обдарованим вважається той, у якого є високий рівень у порівнянні з однолітками принаймні одного фактору [187, с.21-22].

Останнє десятиліття в Україні, як своєрідний індикатор інноваційних процесів в освіті, активно створюються навчальні середні заклади нового типу - ліцеї, гімназії, навчально-виховні комплекси (до останніх входять, як правило, дитячий дошкільний заклад, середня школа, вищий навчальний заклад). Лише в м.Запоріжжі кількість навчальних середніх закладів нового типу сягає близько 40 із загальної кількості понад 120.



Рис.1.4. Модель обдарованості ("людського потенціалу") Дж.Рензуллі.

Поняття “інновація” вперше з’явилось у дослідженнях у кінці XIX століття і означало запровадження деяких елементів однієї культури в іншу. На початку XX століття виникла нова галузь знань - наука про новації, у рамках якої почали вивчатись закономірності технічних нововведень у сфері матеріального виробництва.

Педагогічні інноваційні процеси стали предметом дослідження вчених приблизно з кінця 50-х років минулого століття на Заході, та з початку 70-х років - у нашій країні.

Розглянемо педагогічну сутність понять “нове”, “новація”, “інновація”, “інноваційний процес”, які не зовсім прості, як це може видатися на перший погляд.

Поняття “інновація” (лат. in - в, novus - новий) - трактується нами як нововведення. В науковій літературі слово “нововведення” визначається як цілеспрямована зміна, що вносить у середовище впровадження нові стабільні елементи (новації), які викликають перехід системи із одного стану в інший [7, с.25].

Зрозуміло, що новація пов’язана з оновленням. Проте, не все нове дає завжди і всюди позитивний результат. Це пояснюється рядом причин, найбільш суттєвими з яких вважаються:

1. Нове не завжди являється засобом розв’язання актуальних для даної школи проблем, які забезпечили в свій час її розвиток та просування вперед.

2. Кожний новий засіб народжується в цілком конкретних умовах та орієнтований на розв’язання цілком конкретних педагогічних завдань.

3. Збільшення числа вчителів-новаторів, напрацювання нового досвіду, його схвалення та засвоєння, як правило, робить більш жорстким набір вимог, за яких новація ефективна. Проте, отримані за допомогою новацій більш високі результати успішності учнів навряд чи можна вважати позитивними, якщо вони досягнуті шляхом знехтування здоров’ям учнів та вчителів.

4. Кожен новий педагогічний засіб має дві сторони: технологічну, пов’язану зі специфікою її використання, та особистісну, яка дозволяє вчителю шляхом прояву своїх індивідуальних якостей (професійної підготовленості, комунікабельнос-ті, емоційності, чарівності і т.п.) впливати на ефективність його засвоєння [Так само, с.27-28].

Словник дає таке означення: "новий" - вперше створений чи зроблений, той що з’явився недавно, замість попереднього,заново відкритий, той що відноситься до найближчого минулого або теперішнього часу, недостатньо знайомий, відомий [157, с.41].

Проте, нове, ще не означає прогресивне. Новий засіб вважається більш ефективним, аніж старий, якщо його використання дозволяє отримати більш високі результати оптимальним шляхом, тобто при тих же або ще менших затратах фізичних, моральних сил, матеріальних та фінансових засобів або часу.

Новація (нововведення, новий засіб) - це новий метод, методика, технологія, а інновація - це процес освоєння цього засобу. Під інноваційним процесом розуміється комплексна діяльність по створенню (розробці), освоєнню, використанню та розповсюдженню новацій. Новації можна систематизувати по відношенню до свого попередника [231, с.7-17]:

Заміщуючі новації вводяться замість якихось застарілих засобів. Прикладом таких новацій можуть бути гуртки НТТМН (науково-технічної творчості молоді, що навчається) замість піонерської та комсомольской роботи в минулому.

Відміняючі новації полягають в припиненні діяльності, яка гальмує розвиток школи. Новизна полягає у відміні, знятті як гальма, наприклад, процентоманії.

Відкриваючі новації передбачають освоєння нової програми, нової технології, тобто новація не мала попередників. Прикладом такої нової технології може слугувати комп'ютеризація.

Ретровведення - це нині нове (забуте давно відоме старе), що довгий час не використовувалось, або було помилково відкинуто, та на тепер стало актуальним [231, с.7-17].

Таким чином, пошук новацій має вестись не за формою, яка має бути оновленою, а за їх дійовим змістом, що дозволить отримати виграш в затратах та кінцевому результаті.

Стосовно ліцеїв маємо класичний приклад ретроінновації, оскільки такий тип навчального закладу має як віддалену, так і новітню історію.

Загальними принципами організації навчально-виховного процесу в школах нового типу, які змінюють парадигму загальноосвітньої школи (зверненістю до творчої особистості), за В.Ф.Паламарчук є:

1. *Гуманізація системи освіти,* що потребує антропоцентриського погляду на людину, її сутність і місце в природі, суспільстві, переорієнтації стратегій виховання на *здібності, інтереси, нахили учня* (курсив наш - С.Ж.). Гуманізація освіти дає змогу подолати відчуження вчителя і учня від навчальної діяльності, звернутися до надбань світової культури, збагачує та насичує всі навчальні предмети ідеями людяності, миру, милосердя, толерантності. Реалізувати цей принцип може лише вчитель-гуманіст.

2. *Єдність загальнолюдського і національного* передбачає формування високої духовної культури, гуманістичного мислення категоріями "вічних" цінностей - крізь призму національного.

3. *Розвиваючий характер навчання* передбачає саморозвиток і вимагає переорієнтації процесу навчання з предметного змісту на процесуальні й мотиваційні аспекти освіти. Відоме положення психології "навчання веде за собою розвиток" треба доповнити зворотним принципом "повноцінний розвиток забезпечує і повноцінне навчання". Розвиток особистості забезпечується передусім змістом освіти і цілеспрямованим формуванням способів діяльності, загальнонавчальних умінь та навичок за такими етапами: підготовчий, діагностичний, змістовний, рефлексійний, узагальнюючий. Саморозвиток, саморух учнів здійснюється внаслідок створення оптимальних умов та режиму найбільшого сприяння з метою гармонійного розвитку природних обдарувань, нахилів та інтересів.

4. *Співробітництво, співтворчість* - як спільна організація творчої, активної діяльності вчителя і учня, спрямована на опану-вання всіх компонентів культури: знань, досвіду діяльності, людських взаємин.

5. *Індивідуалізація та диференціація навчання* вимагає реалізації творчого розвитку кожного учня із врахуванням різниці в інтелектуальній, емоційно-вольовій та дієво-практичній сферах, особливостей психічного та фізичного розвитку. Цей принцип реалізується державою найповніше саме в закладах нового типу через профільне і спеціальне навчання, створення різноманітних програм і підручників різної складності, зменшення наповнюваності класів і розподіл на групи, через достатнє матеріальне забезпечення, варіативність навчання, розгалу-

дженість психологічної служби на різних його рівнях. Для учнів середнього і старшого шкільного віку змістова, “предметна” диференціація доповнюється процесуальною, методичною. Індивідуальні потреби задовольняються також через різноманітні гуртки, факультативи, клуби, пошукову роботу, винахідництво. У старшому шкільному віці можливий також вибір методів, форм і режимів навчання. Індивідуалізація і диференціація навчання вимагає широкого застосування різноманітних методів, форм і засобів, нових навчальних технологій.

6. *Оптимізація навчально-виховного процесу* передбачає досягнення кожним учнем найвищого для нього рівня творчих здібностей, знань, умінь і навичок, психічних функцій, способів діяльності, можливих у даному віці і в даних умовах (за критеріями витрат часу і зусиль).

7. *Відкритість і динамічність.* Ліцеї є експериментальними майданчиками, на яких проектується і апробується новий зміст освіти, нові технології навчання, структурні моделі, способи виховання, шляхи розвитку. Ці заклади є відкритою педагогічною системою, вільною від догматів і чутливою до прогресивних інновацій [162, с.6-9].

Спробуємо встановити зв’язок між розвитком здібностей учнів у ліцеях, як основної мети даного типу середніх навчальних закладів і формуванням їх пізнавальних інтересів.

Р.С.Нємов у посібнику з психології для педвузів [147, с.329], розглядає такі вимоги до діяльності, що *розвиває здібності* людини: творчий характер діяльності, оптимальний рівень її трудності для виконавця, відповідна мотивація і забезпечення позитивного емоційного настрою у процесі і після закінчення виконання діяльності.

І справді, *творча діяльність* завжди дає новий продукт, при цьому учень відкриває для себе нові знання, і в собі - нові можливості. Це дає внутрішній поштовх до навчального пізнання, подолання труднощів, що при цьому виникають. Саме плідна творча діяльність дозволяє учневі підвищити рівень самооцінювання, отримати насолоду від досягнутих успіхів і стати впевненим у собі. Оптимальна трудність у пізнавальній діяльності учня повністю пояснюється вченням

Л.С.Виготського про зону найближчого розвитку (ЗНР) та зону потенційного розвитку (ЗПР). Вчення про зони розвитку Л.С.Виготського дозволяє побудувати *успішне* навчання, розширяти межі можливостей учня. Віповідну *мотивацію* Р.С.Немов не відокремлює від *підтримки інтересу* до діяльності (у нашому випадку - пізнавальної), а позитивний емоційний настрій пропонує забезпечувати позитивним підкріпленням успіхів [Там же, с.329 - 330].

Порівняння умов розвитку здібностей учнів у пізнавальній діяльності і формування пізнавального інтересу, зокрема [243, с.110 -118] показує їх повне співпадання, або спільність загальних рис, і лише незначні конкретизуючі відмінності окремих умов. Сучасні загальнопедагогічні дослідження виходять з того факту, що "не зважаючи на відсутність абсолютного співпадання між інтересами і здібностями, з одного боку, і здібностями і обдарованістю - з другого, між ними існує тісний взаємозв'язок" [182, с.187]. Отже можна зробити висновок про те, що створення умов для розвитку здібностей учнів під час вивчення фізики переважно співпадає із необхідними умовами формування у них пізнавального інтересу.

С.Л. Рубінштейн визначив важливу залежність між здібностями і інтересами в розвитку особистості дитини, яка підтверджує наш висновок, наведений вище: “Між всебічним розвитком здібностей і інтересів існує при цьому якнайтісніший зв’язок: з одного боку, розвиток здібностей здійснюється у діяльності, з іншого - інтерес до тієї чи іншої діяльності підтримується її успішністю, що в свою чергу обумовлена відповідними здібностями <...> Всебічний розвиток інтересів, означаючи нормальний розвиток людської особистості, не виключає особливої зібраності і зконцентрованості інтересів у якихся основних головних руслах” [178, с.139]. Таким чином, можна зробити висновок, що пізнавальний інтерес є і засобом і результатом розвитку здібностей учня.

Б.Г.Чижевський, досліджуючи становлення змісту освіти в ліцеях, вказує з цього приводу на необхідність органічної доповнюваності такими закладами масових загальноосвітніх шкіл. На думку автора, основним у діяльності ліцеїв має бути не тільки надання ліцеїстам знань вищого, порівняно із середньою загальноосвітньою школою, рівня, а й розвиток їх обдарувань, потенційних можливостей,

не тільки розвиток в учнівської молоді різних видів пам’яті, а й мислення, уяви та фантазії [227, с.34].

Які додаткові можливості для обдарованих дітей відкриває багатопрофільний ліцей у порівнянні із звичайним? Чи багатопрофільний ліцей є просто якоюсь недосконалою проміжною (тимчасовою) та "гібридною" формою останнього? Ми можемо назвати принаймні один вагомий аргумент на користь функціонування багатопрофільних ліцеїв, що стосується досліджуваної нами проблеми. Багатопрофільність, на нашу думку, відкриває нові реальні можливості формування поряд з поглибленим вивченням фізики **широких інтересів** розвитку особистості. Адже "…різноманітні і відносно стійкі інтереси дитини є не тільки свідченням його обдарованості, але і бажаний результат виховної роботи. Основою цієї якості у високообдарованих є великі можливості та універсалізм. Широта інтересів – основа багатоманітного досвіду" [182, с.184]. Широта інтересів є одним із 14 основних системоутворюючих чинників методики діагностування педагогом обдарованості "Інтелектуальний портрет" [Так само].

У процесі вивчення фізики у багатопрофільному ліцеї з’являється педагогічна можливість комплексного розвитку здібностей учнів у процесі одночасного удосконалення кількох взаємно доповнюючих одна одну здібностей.

Висновки з першого розділу

1. Проблема формування пізнавальних інтересів до вивчення фізики у середніх навчальних закладах має більш ніж столітню історію. Вона в цілому відноситься до важливих та одночасно складних і характеризується в психолого-педагогічному плані комплексністю і багатоаспектністю. Контент-аналіз літературних джерел свідчить про розвиток і актуальність поставленої проблеми впродовж всього періоду і на сьогодні. В психолого-педагогічній літературі існують окремі неузгодженості і розбіжності у визначенні феномену інтересу і пізнавального інтересу зокрема. Зокрема, у вітчизняній психолого-педагогічній літературі практично замовчувалось існування базової емоції особистості – інтересу, що призвело до зменшення ролі емоційного аспекту у визначенні феномену інтересу і підходах до його формування.

Традиційні підходи у дослідженнях з проблеми розвитку та формування пізнавального інтересу учнів у вивченні фізики мають узагальнені спільні риси: спрямованість на психічну (внутрішню) сферу учнів (емоції, почуття); зв'язок пізнавального інтересу учнів з творчим характером їх навчальної пізнавальної діяльності; зв'язок пізнавального інтересу учнів з проблемним навчанням; зв'язок із розв'язуванням і складанням учнями навчальних задач різного рівня; орієнта-цію на "середнього" учня недиференційованої школи; різну за рівнем очікуваних авторами результатів ефективність засобів формування пізнавального інтересу; апріорну "меншовартість" особистісних інтересів учнів порівняно з суспільними.

Впродовж XX століття у вітчизняній теорії і методиці навчання фізики склалася емпірична **система дидактичних засобів формування пізнавального інтересу до вивчення фізики (ДЗФПІ)**, в якій ми виокремлюємо 5 підсистем: *1)засоби, віднесені до особистості вчителя фізики; 2) засоби організованої вчителем пізнавальної діяльності учнів); 3) засоби змісту навчального матеріалу з фізики); 4) засоби, віднесені до діяльності вчителя у процесі навчання; 5) засоби, віднесені до позакласної роботи вчителя і діяльності учнів.*

Аналіз історичного аспекту проблеми формування інтересу учнів до вивчення фізики в школі дозволив умовно виокремити етапи її генези. ***Перший етап*** (початок і перша половина XX ст.) - переважний розвиток засобів п'ятої підсистеми ДЗФПІ. ***Другий етап*** (орієнтовно 60-70-і роки XX ст.) - зростання динаміки розвитку засобів третьої і четвертої підсистем. ***Третій етап*** (70-80-і роки) - активний розвиток ДЗФПІ третьої підсистеми. ***Четвертий етап*** (80-90-і роки) розвиток ДЗФПІ першої підсистеми. ***П'ятий етап*** (90-і роки XX ст., початок XXI ст.) супроводжується поглибленням, зміною співвідношень між визначеними п'яти підсистемами. Соціальні зміни та зміна філософсько-культурних засад освіти зумовили зміну підходів щодо пріоритетності та значущості інтересу особистості у навчанні (гуманізація освітнього процесу, особистісно-орієнтований підхід у навчанні). Вирішення поставленої проблеми у теорії та методиці навчання фізики суттєво відстає від сучасної філософсько-культурної освітньої парадигми та сучасних психолого-педагогічних засад розвитку пізнавального інтересу до

вивчення фізики в середніх навчальних закладах і, зокрема, у багатопрофільних школах-ліцеях.

У традиційному вивченні оптичних явищ та оптики в курсі фізики багатопрофільних шкіл-ліцеїв у порівнянні з методичним забезпеченням інших розділів спостерігається кількісний і якісний дефіцит ДЗФПІ, особливо фронтальних фізичних експериментів, що виконуються учнями, цікавих дослідів і т.д.

Якщо стосовно механізмів суб'єктивного прояву інтересу за свідченням Г.І.Щукіної є і відома спільність аспектів (зв'язок з емоційними, інтелектуальними, регулятивними (увага, воля) процесами, включеність у особистісні утворення - відношення, потреби, спрямованість, активні процеси свідомості і діяльності), то проблема з'ясування природи пізнавальних інтересів ще далека від вирішення і знаходиться у центрі досить гострої наукової полеміки.

Більшість дослідників, як психологів, педагогів так і дидактів і методистів, вчителів-практиків визнають виключну важливість завдання формування пізнавальних інтересів та вирішальний вплив останніх на результати навчання учнів, досягнення ними творчого рівня. Пізнавальний інтерес має можливості актуалізувати найбільш важливі елементи знань, сприяти успішному засвоєнню вмінь і навичок (як засіб навчання); сприяє зустрічному рухові учня до вчителя, що необхідний для успішного процесу навчання (як засіб навчання); сприяє формуванню особистості, необхідної нашому суспільству (допитливої, активної, пошукової, творчої) (як стійка риса характеру учня).

Основним джерелом пізнавального інтересу переважно є поглиблена діяльність учіння, спрямована на вирішення пізнавальної задачі. Найвищий рівень такої діяльності - творчий. Врахування закономірностей формування пізнавального інтересу дозволяє спроектувати та реалізувати не тільки властивий для традиційного навчання "когнітивний тип учіння" школярів, а і розроблений в гуманістичній психології більш цінний і ефективний для особистісного розвитку "досвідний тип учіння". Актуальним і мало вивченим у плані подальших науково-методичних досліджень формування пізнавальних інтересів на сьогоднішній день

є положення С.Л.Рубінштейна про те, що інтерес охоплює всі пізнавальні психічні процеси - сприйняття, пам’яті, мислення та ін.

Об'єктивні загальні вікові закономірності і особливості розвитку інтересу в обдарованих дітей (С.Л.Рубінштейн, К.Ізард, А.І.Савєнков та ін.), можуть бути узагальнені і адаптовані до вивчення фізики учнями-підлітками у багатопрофільному ліцеї: 1) висока емоційна чутливість і неврівноваженість, сензитивність до формування пізнавального інтересу; 2) початок встановлення кола інтересів, які володіють відомою стійкістю; 3) переключення інтересів з окремого і конкретного на абстраговане і загальне (теоретичне); 4) одчасна поява інтересу до практичного застосування отриманих знань, до питань практичного життя; 5) зростання інтересу до психічних переживань інших людей і особливо своїх власних; 6) початок диференціації і спеціалізації інтересів. Спрямованість інтересів на певну сферу діяльності, професію - техніку, певну наукову галузь, літературу, мистецтво і т.д. Загальна спрямованість розвитку пізнавального інтересу в учнів шкіл-ліцеїв під час вивчення фізики не лише виключно на когнітивну сферу особистості (традиційний підхід) а й на емоційно-афективну, дозволить вгамувати “емоційний голод” обдарованих підлітків, врахувати таким чином у навчальному процесі їх високу емоційну чутливість і неврівноваженість.

РОЗДІЛ ІІ
ЗАСОБИ ТА ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У БАГАТОПРОФІЛЬНИХ ШКОЛАХ-ЛІЦЕЯХ

2.1. Умови та закономірності розвитку пізнавальних інтересів учнів до вивчення фізики

В онтогенетичному розвитку дитини інтереси формуються з розвитком усвідомлених контактів з навколишнім світом, із засвоєнням історично обумовленої культури у її розвитку під час навчання і виховання (Л.С.Виготський, В.В.Давидов, Д.Б.Ельконін, С.Л.Рубінштейн, К.Ізард та ін.).

Основною умовою і засобом формування та закріплення пізнавальних інтересів є діяльність, спрямована на певну галузь чи предмет (Н.О.Менчинська, О.М.Леонтьєв, С.Л.Рубінштейн, Г.І.Щукіна). Отже зовсім не дивно, що "...у маленьких дітей стійкі інтереси, що визначали б їх спрямованість, відсутні. У них, звичайно, є лише деяка рухлива, легко збуджувана і швидко згасаюча спрямованість"[178, с.116].

Якісно відмінні умови для формування пізнавальних інтересів з'являються як з початком навчання у школі, так і початком навчання спеціалізованим дисциплінам. Це зумовлюється з тим фактом, що діяльность учіння стає в учня провідним типом діяльності (зокрема, на етапі навчання в початковій школі) та рядом інших причин. "Під час навчальної роботи інтерес школярів часто фіксується на предметі, що особливо добре поставлений і з якого діти роблять особливо відчутні, очевидні для них самих, успіхи. Багато тут залежить від педагога. Але при цьому спочатку це більшою частиною інтереси недовговічні. Скільки-небудь стійкі інтереси розпочинають складатися в учня середньої школи. Рання поява стійких інтересів, що зберігаються на все життя, спостерігається лише в тих випадках, коли є яскраве, рано визначене обдарування. Таке обдарування, за умови успішного розвитку, стає покликанням; усвідомлене як таке, воно визначає стійку спрямованість основних інтересів" [Там же, с.117].

Отже основною умовою формування пізнавального інтересу до вивчення фізики в учнів багатопрофільних шкіл-ліцеїв є їх раціональне і цілеспрямоване «включення» в діяльність учіння.

В психолого-педагогічних літературних джерелах є досить великий перелік інших, додаткових **умов** і факторів, що впливають на виникнення, розвиток і формування пізнавального інтересу, що називаються різними дослідниками і мають неоднозначні тлумачення стосовно їх значущості і "питомої ваги" у порівнянні з іншими.

Л.М.Фрідман і І.Ю.Кулагіна серед причин інтересу на свідомому рівні називають 1) новизну об'єкта пізнання або його зміни; 2) образи-цілі, що мають здатність викликати інтерес і змінюються у процесі дій індивіда, спрямованих на їх досягнення. Забезпечення дитині волі для гри, фантазії, переходу від реального світу до уявного здійснює вирішальний вплив на розвиток здібності дитини до переживання інтересу [219, с.267].

Г.І.Щукіна до умов, що впливають на пізнавальний інтерес, відносить зміст матеріалу, що вивчається, активну і пошукову мислену діяльність учнів, навчальний процес на оптимальному рівні розвитку учнів, емоційну атмосферу навчання [243, с.110-118]. А.К.Маркова підкреслює доцільність у формуванні інтересу систематичної взаємодії мотиваційної сфери (смисла учіння, мотивів, цілей, емоцій), через зміни в мотиваційній сфері можна керувати збільшенням інтересу школярів до учіння [131]. Н.Г.Морозова впливовими умовами вважає створення позитивних переживань, подолання негативного відношення та виховання свідомого відношення до учіння, розуміння значущості учіння, його особистісного та соціального смислів [143]. Серед спектру інших умов називають: інтенсивність навчання [119]; проблемне навчання [133, 135]; спільну і колективну навчальну діяльність [141]; рівень домагань учня в пізнавальній діяльності [144].

В.С.Ротенберг та С.М.Бондаренко виокремлюють основні психолого-педагогічні умови, за дотримання яких виникає та дістає розвитку інтерес до учіння (пошуково-дослідницька діяльність учнів, різноманітність навчальної праці, усвідомленість мотивації, опора нового матеріалу на раніше засвоєні знання,

оптимальна трудність навчального матеріалу, інтенсивна перевірка, самоперевірка та оцінювання вивчення матеріалу, емоційність навчального матеріалу та особистості вчителя):

1) Розвиток пізнавальних процесів, любові до предмету, що вивчається і до самого процесу розумової праці сприяє така організація навчання, за якої *учень залучається до процесу самостійного пошуку і "відкриття" нових знань*, розв'язує задачі проблемного характеру;

2) Праця в учінні, як і кожна інша, викликає інтерес тоді, коли вона *різноманітна*. Одноманітна інформація і одноманітні способи дій швидко викликають нудьгу;

3) Для появи інтересу до предмета, що вивчається, необхідно *розуміння потрібності, важливості, доцільності вивчення даного предмета* в цілому і окремих його розділів;

4) Чим тісніше *новий матеріал пов'язаний із засвоєними раніше знаннями*, тим більший інтерес він має для учнів;

5) Ні занадто легкий, ні занадто важкий матеріал не викликає інтересу. Навчання повинне бути *трудним, але посильним;*

6) *Чим частіше перевіряється і оцінюється робота школяра* (в тому числі і ним самим, навчаючими пристроями і т.д.), *тим цікавіше йому працювати*;

7) *Яскравість, емоційність навчального матеріалу, зхвильованість самого вчителя* з величезною силою впливають на школяра, на його відношення до предмета [176, с.46-47].

Цікавим є підхід американського психолога А.Маслоу в оцінюванні ролі інтересу у творчій діяльності. Згідно даного підходу творча діяльність індивіда має дві фази - первинну і вторинну. Первинна фаза характерна імпровізацією і піднесенням, мотивом її є інтенсивний інтерес-збудження. Цей інтерес має бути достатньо сильним, щоб подолати втому і негативні емоції, які можуть виникнути на другій фазі - фазі розробки або розвитку вихідного натхнення та ідей, що виникли на першій фазі. Адже важка робота створення кінцевого продукту творчості невідворотно приводить до періодів пригніченості і розчарування. Тому мотивацій-

на сила стійкого інтересу має вирішальне значення для подолання перепон до творчості [219, с.267]. Отже можна зробити висновок, що на початку творчої діяльності інтерес може бути не стійким, чи навіть ситуативним, а для її повної реалізації необхідний сильний і стійкий інтерес. З іншого боку, саме зформований інтерес є діагностичною ознакою «включеності» у творчу діяльність.

Систематичне вивчення фізики як у загальноосвітній школі, так і багатопрофільному ліцеї, припадає в онтогенезі учнів на підлітковий вік. Для цього віку у психологічному плані С.Л.Рубінштейн називає п’ять найбільш суттєвих вікових закономірностей у розвитку інтересів:

1) початок встановлення кола інтересів, поєднаних у невелику кількість між собою зв’язаних систем, які володіють відомою стійкістю;

2) переключення інтересів з окремого і конкретного (колекціонування у шкільному віці) на абстраговане і загальне, зокрема, зростання інтересу до питань ідеології, світогляду;

3) одночасна поява інтересу до практичного застосування отриманих знань, до питань практичного життя;

4) зростання інтересу до психічних переживань інших людей і особливо своїх власних (юнацькі щоденники);

5) початок диференціації і спеціалізації інтересів. Спрямованість інтересів на певну сферу діяльності, професію - техніку, певну наукову галузь, літературу, мистецтво і т.д. здійснюється під впливом всієї системи умов, у яких розвивається підліток [178, с.117].

Якщо врахувати свідчення К.Ізарда, що у підлітковому віці вплив емоцій на духовне життя стає найбільш очевидним (підліткова криза, на думку автора і спричиняється протиріччям почуттів і розуму) [90, с.98], і однією з базових емоцій є емоція інтересу, можна прийти до висновку, що підлітковий вік є сприятливим, сензитивним для формування, розвитку стійкого пізнавального інтересу.

Серед загальних дидактичних тенденцій розвитку пізнавальних інтересів Г.І.Щукіна називає чотири основних, підпорядковуючи їх закономірностям розвитку в цілому [244]:

- від інтересу, пов'язаного із зовнішніми стимулами, до інтересу, вільного від зовнішньої ситуації, створюваного більш складнішими обставинами, пов'язаними з "внутрішнім середовищем" самого школяра;

- від інтересу неструктурованого, інколи дифузного ("Сам не знаю, що подобається"; "Подобається все") до інтересу все більш диференційованому (до визначених галузей навчальних дисциплін);

- від інтересу, що залежить від частої зміни ситуацій, випадкових впливів, до інтересу все більш стійкого, постійного;

- від інтересу поверхневого (до яскравих, цікавих сторін явищ) до інтересу з глибокою теоретичною основою, розкриваючого причинно-наслідкові зв'язки, внутрішні відношення, закономірності і наукові ідеї.

В науково-методичному плані динаміку формування пізнавального інтересу до фізики, як навчального предмету, досліджувала у своїй докторській дисертації І.Я.Ланіна [114]. Її дослідження дістали досить широку апробацію за останні десятиліття в статтях і посібниках для вчителів і може вважатися, з певними допущеннями, загальноприйнятим підходом до проблеми формування пізнавального інтересу в теорії та методиці навчання фізики. Загально-методична схема такого динамічного процесу має вигляд: від цікавості до подиву, від нього до активної допитливості та прагнення дізнатися якомога більше, від них - до міцних знань та наукового пошуку. Загальна методика формування пізнавальних інтересів учнів у процесі навчання фізики структурно визначається послідовними стадіями: здивування і цікавості, допитливості, пізнавального інтересу [116].

Перша стадія - здивування (**З**) і цікавості (**Ц**), відображує ситуативний інтерес (під час демонстрації ефективного досліду, прослуховування розповіді про цікаві випадки з історії фізики, від незвичного застосування явища і т.п.). Такий інтерес згасає і швидко зникає при зміні ситуації на уроці.

Об'єктом цікавості, як початкової стадії пізнавальної спрямованості особистості учня, є не зміст предмету, а його зовнішні моменти - обладнання, майстерність вчителя, форми роботи на уроці. Із збільшенням запасу конкретних знань та усвідомленням ряду фактів, явищ, законів в процесі навчальної діяльності, дося-

гається все більша об’єктивація інтересу: учень надає зростаюче значення реальному змісту об’єкта свого інтересу. Цікавість переростає у допитливість.

Допитливість (**Д**) - більш досконала сходинка пізнавальної спрямованості особистості учня. На перший план виступає установка на пізнання. Прояв допитливості тісно пов’язаний з самим змістом навчальної діяльності. Ця стадія характерна прагненням учнів глибоко ознайомитися з предметом, більше дізнатися, учні багато запитують, сперечаються, намагаються самостійно знайти відповіді на свої запитання та питання товаришів. Учителю слід так організувати викладання, щоб підтримувати в учнів прагнення пізнавати нове, пережити відчуття радості від процесу пізнання.

Стадія досягнення пізнавального інтересу (**ПІ**) проявляється у прагненні до міцних знань з предмету, що пов’язано з вольовими зусиллями та напруженням думки, із застосуванням знань на практиці [116, с.5-6].

На нашу думку, відносна неефективність першої стадії, на яку вказує і багато інших дослідників, може бути в значній мірі пояснена тим, що у вітчизняній психології до останнього часу не було чіткого відокремлення емоції здивування від емоції інтересу. "Не треба плутати емоцію з реакцією подиву, здивування, хоча зовнішні прояви подібні з проявами інтересу: людина здається повністю поглинута об'єктом, миттєво реагує на нього, намагається пізнати його" [90, с.106]. І насправді, чи так часто, практично завжди, дослідник дивується у пізнанні нового? Можна погодитися, що за ознакою концентрації уваги на предмет дослідження, включеності у пізнавальну задачу, а отже відреченості від подій зовнішнього світу, дослідник може здаватися дивним, навіть дивакуватим, але це не буде реакція подиву самого дослідника.

Цілком зрозуміло, що виключна орієнтація на врахування лише реакції подиву, здивування без емоції інтересу (**ЕІ**) у формуванні пізнавального інтересу, штучно звужує основу (базис) тієї базової піраміди, вершиною якої і є пізнавальний інтерес.

Вказані узагальнені стадії динаміки формування пізнавального інтересу до фізики як навчального предмету змоделюємо у вигляді основного ланцюжка:

З → Ц → Д → ПІ

Описана модель є інваріантною для вивчення фізики у навчальних закладах різного типу. Проте пізнавальні психічні процеси у наведеній моделі декларуються в загальних рисах, далеко не повністю, дещо побіжно і нецілеспрямовано. Можна константувати певну невизначеність динаміки перебігу застосування пізнавальних психічних процесів *(зокрема на рівні розробки навчальної технології)* стосовно формування пізнавального інтересу.

Увага, та закономірності її динаміки, як провідний і навіть визначальний психічний пізнавальний процес у пізнавальному інтересі, практично не врахована у наведеній моделі.

Емоції в такому ланцюжку зауважуються на етапі здивування (вони носять спонтанний характер), а також на стадії допитливості (орієнтація на досягнення відчуття радості від процесу пізнання). Роль емоцій особистості у формуванні пізнавального інтересу дещо занижена (як це було показано вище у п.2.1). Формування пізнавального інтересу має широке емоційне тло. Формування пізнавального інтересу у загальному випадку розпочинається з **емоції інтересу (ЕІ)**, яка може супроводжуватися здивуванням. У подальшому, на етапі допитливості, важливе поєднання емоції інтересу з емоцією радості (що досягається успішністю навчання). Без такого підкріплення формування пізнавального інтересу сповільнюється, або й припиняється. Як відомо, емоційна сфера особистості має власну динаміку, зокрема, емоційна вибірковість (емоційна чутливість реагування на конкретні стимули) в онтогенезі дитини не є сталою величиною, і набуває позитивної динаміки у старших класах, продовжується у цьому віці і диференціація за силою емоційної реакції [104, с.81].

Тоді наша модель уточнюється:

ЕІ (З) ⟶ Ц ⟶ Д ⟶ ПІ

Воля згадується лише на заключному етапі як загальне “вольове зусилля”.

Мислення згадується лише опосередковано і лише на заключному етапі як абстрактне “напруження думки”.

Інтеграція, взаємне підсилення різних джерел пізнавального інтересу, як результат їх системного розгляду, ще чекають свого подальшого науково-методичного вирішення. Наприклад: формування пізнавальних інтересів учнів до вивчення фізики засобами постановки і розв'язування пізнавальних задач у змісті навчального матеріалу (задачний підхід); засобами гуманітаризації змісту навчання фізики, реалізації історичних підходів та практичного спрямування знань та вмінь, емоційного закріплення знань, формування гностичних емоцій учнів і т.д.

Серед дієвих специфічних підходів у педагогічному моделюванні розвитку пізнавального інтересу у багатопрофільному ліцеї можна назвати **"збагачене педагогічне середовище".** Збагаченим воно є у порівнянні з оточуючим учня середовищем у повсякденному житті, що властиве певною мірою і іншим типам загальносвітніх закладів, а також у порівнянні з масовою середньою загальноосвітньою школою. Таке середовище створюється за допомогою *спеціально спрямованого (поглибленого, інтегрованого і т.д.) змісту навчального і допоміжного матеріалу* та *фасилітацію* (взаємовплив) під час спілкування між відібраними учасниками навчального процесу у ліцеї. Такий взаємовплив може або сприяти, або ж навпаки, навіть гальмувати формування пізнавальних інтересів. Підтримання вчителем інтелектуального, творчого мікроклімату, відповідного "цікавого інформаційного простору" у фізичному кабінеті доступними засобами, орієнтація більшості учнів на досягнення успіху у навчанні за виразом В.Ф.Шаталова призводять до ефекту "солоного огірка". Учень під впливом вчителя і своїх товаришів обов'язково ніби "вбирає" сіль пізнання. Організаційно фасилітаційні можливості формування пізнавальних інтересів в учнів значно більші в умовах навчання в ліцеях та гімназіях, де їх "вихідний" рівень значно вищий (ближчий, образно кажучи, до "критичної маси").

В умовах багатопрофільності навчального плану ліцею (зокрема дисциплін природничого, прикладного спрямування) з'являється можливість розвитку, переключення пізнавальних інтересів на суміжні або із суміжних до фізики дисцип-

лін, що відповідно вивчаються на поглибленому рівні (по-перше - через міжпредметні зв’язки, по-друге - через інтегративні курси).

Таким чином, на основі вище розглянутого, можна прийти до висновку про те, що об'єктивні загальні вікові закономірності і особливості розвитку інтересу в обдарованих дітей (С.Л.Рубінштейн, К.Ізард, А.І.Савєнков та ін.), можуть бути узагальнені і адаптовані до вивчення фізики учнями-підлітками у багатопрофільному ліцеї: 1) емоційна чутливість і неврівноваженість, сензитивність до формування пізнавального інтересу; 2) початок встановлення кола інтересів, які володіють відомою стійкістю; 2) переключення інтересів з окремого і конкретного на абстраговане і загальне (теоретичне); 3) одчасна поява інтересу до практичного застосування отриманих знань, до питань практичного життя; 5) зростання інтересу до психічних переживань інших людей і особливо своїх власних; 6) початок диференціації і спеціалізації інтересів. Спрямованість інтересів на певну сферу діяльності, професію, певну наукову галузь, літературу, мистецтво і т.д.

Встановлення глибинних психолого-педагогічних засад пізнавального інтересу дозволить більш повно реалізувати концепцію гуманізації та особистісно-орієнтованого навчання до вивчення фізики у середній загальноосвітній школі і, зокрема, багатопрофільному ліцеї.

Серед найбільш **ефективних і широко вживаних** дослідниками і вчителями-практиками **ДЗФПІ** до вивчення фізики у загальноосвітній середній школі (див. п.1.1) називаються: практичні роботи, фізичний експеримент у діяльності учня; цікаві досліди; елементи цікавої фізики у змісті навчального матеріалу; новизна матеріалу; проблемність, фізичні парадокси та ін.

У традиційному вивченні оптичних явищ та оптики в курсі фізики багатопрофільних шкіл-ліцеїв у порівнянні з навчально-методичним забезпеченням інших розділів спостерігається кількісний і якісний дефіцит ДЗФПІ, особливо фронтальних фізичних експериментів, що виконуються учнями, цікавих дослідів і т.д.

Оскільки однією із основних ознак дидактичної технології є **сучасність**, виникає нагальна потреба до постійних нововведень та неперервного вдоскона-

лення їх змісту з урахуванням скорочення розриву між новітніми досягненнями у науці, виробництві, житті та їх відображення в навчальних предметах і фізиці, зокрема. Вирішення поставленої проблеми у теорії та методиці навчання фізики суттєво відстає від сучасної філософсько-культурної освітньої парадигми та сучасних психолого-педагогічних засад розвитку пізнавального інтересу до вивчення фізики в середніх навчальних закладах і, зокрема, у багатопрофільних школах-ліцеях. Загальна уточнена модель-схема загальної методики формування пізнавального інтересу до вивчення фізики в середніх навчальних закладах має вигляд: від емоції інтересу та реакції здивування до цікавості, від нього до активної допитливості та прагнення дізнатися якомога більше, від них - до міцних знань та наукового пошуку.

Узагальнена модель-схема формування пізнавального інтересу до вивчення фізики

ЕІ(З) → Ц → Д → ПІ

повинна отримувати відповідне поетапне дидактичне та методичне забезпечення характеристик інтересу, виходячи з системного підходу до визначення феномену пізнавального інтересу через емоційні, інтелектуальні (пам'ять, мислення), регулятивні (увага, воля) компоненти.

Головною і найсуттєвішою, на наш погляд, відмінністю сучасного етапу реформування освіти можна вважати зміну підходів до розгляду рушійних сил інтересу особистості. Якщо за часів колишнього СРСР офіційна точка зору апріорі стверджувала зверхність суспільних, чи навіть класових інтересів над інтересами особистості, то сучасний етап характерний спростуванням "меншовартості" інтересів особистості (гуманізація освітнього процесу, особистісно-орієнтований підхід).

Узагальнений підхід (на рівні емпіричного узагальнення) дозволяє всі підходи та прийоми інтегрувати в певній системі навчання. Інший шлях, який ми обираємо, полягає у пошукові головного у підходах до вирішення проблеми формування пізнавальних інтересів учнів до вивчення фізики. Таке головне, сутнісне дозволяє застосувати загальне тлумачення, за якого його різноаспектні (і емпіри-

чні за походженням) прояви виходили б із сутнісного визначення підходу та дозволяли б задовільну конкретну інтерпретацію (сходження від абстрактного до конкретного). Більшість вітчизняних дослідників у галузі дидактики віддають перевагу пізнавально-теоретичному або гносеологічному аспекту стосовно визначення методу навчання (І.Я.Лернер), який ми у загальних рисах екстраполюємо і на визначення підходу до формування пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики.

Узагальнюючи підходи у дослідженнях з проблеми розвитку та формування пізнавального інтересу учнів у вивченні фізики відзначимо: а) їх спрямованість на психічну (внутрішню) сферу учнів (емоції, почуття); б) посилання на зв'язок пізнавального інтересу учнів з творчим характером їх навчальної пізнавальної діяльності; в) посилання на зв'язок пізнавального інтересу учнів з проблемним навчанням (узагальненою технологію навчання - С.Ж.); г) зв'язок із розв'язуванням і складанням учнями навчальних задач різного рівня; д) орієнтацію на "середнього" учня недиференційованої школи; є) різну за рівнем очікуваних авторами результатів ефективність засобів формування пізнавального інтересу.

Важливим висновком науково-методичних досліджень І.Я.Ланіної, що покладені в основу докторської дисертації, є встановлення системного розуміння пізнавальних інтересів учнів у навчанні фізики: вони можуть "...виступати в навчальному процесі як мета навчання, як засіб в руках вчителя і мотив діяльності учня, як результат навчання" [116, с.3]. Однак ми вважаємо, що дану методичну систему використання пізнавальних інтересів у навчанні фізики можна доповнити. Пізнавальний інтерес, зокрема на рівні *теоретичного*, коли складні теоретичні питанні і проблеми фізики використовуються як інструмент пізнання, на наш погляд, може виступати не тільки в ролі засобу в руках вчителя у процесі навчання фізики, але і засобу вивчення фізики учнями (в учінні). Наприклад, Г.І.Щукіна, посилаючись на особливий зв'язок пізнавального інтересу з фундаментальною діяльністю навчаючих і тих хто навчається (навчанням і учінням), відзначає роль пізнавального інтересу в учінні: "Пізнавальний інтерес як засіб навчання стає надійним тільки тоді, коли використовується у арсеналі засобів ро-

звиваючого навчання, відкриваючого дорогу новому у розвитку учнів, відкриваючого перспективи учіння" [241, с.22].

Традиційна система засобів формування пізнавального інтересу може бути доповнена сучасними технологіями, зокрема задачним підходом, а саме складанням задач, НІТ. На нашу думку, традиційні підходи до проблеми та окремі прийоми, з яких вони складаються, ще не досить структуровані та ієрархічно побудовані у своїх взаємозв'язках, ще не дістали достатньо повне узагальнення і систематизацію у відповідності до вже відомих загальних психолого-дидактичних вимог; не враховують запити нових реалій диференційованої середньої школи, зокрема ліцею. Г.І.Щукіна підкреслює, що успішна (*підкреслено нами* - С.Ж) діяльність, що приносить учневі задоволення, є дуже сильним збудником його пізнавального інтересу [242, с.99]. Це є, на нашу думку, ще одним доказом значної ролі емоційної складової пізнавального інтересу у його формуванні.

Серед багатьох різних аспектів і підходів до проблеми формування і розвитку пізнавального інтересу, на наш погляд, її вирішення стає системним і більш результативним за умов реалізації інноваційних технологій на загальній основі *задачного підходу у вивченні фізики та особистісно-орієнтованого навчання, принципу гуманітаризації навчання фізики.* Особливо це стосується умов багатопрофільного ліцею, де вивчення фізики поєднується з вивченням у паралельних класах інших природничих, чи навіть прикладних дисциплін і з'являється цікава можливість їх поєднання, інтеграції у вигляді узагальнюючих спеціальних курсів. "Головною ланкою" у справі вирішення проблеми формування пізнавального інтересу, навколо якої повинні групуватися інші, ми вважаємо повинна бути пізнавальна задача - найважливіша частина як уроку фізики так і багатьох методів навчання фізики. Адже тільки пізнавальна (у нашому випадку - фізична) задача з найбільшою повнотою відтворює єдність зовнішньої і внутрішньої (психічної) сторін процесу навчання, процес зовнішнього і внутрішнього цілеутворення у цілепокла-данні (П.К.Анохін, Б.Г.Ананьєв, О.М.Леонтьєв, С.Л.Рубінштейн, О.К.Тихомиров).

Фундаментальні дидактичні дослідження пізнавальних інтересів учнів середньої школи у навчанні Г.І.Щукіної та її послідовників свідчать про справедливість зформульованого вище стосовно вивчення фізики концептуального підходу: “...Обдумуючи будь-яку пізнавальну задачу, вчитель визначає у ній те, що повинне підвести учнів до пізнання нових елементів знань, способів, при цьому він повинен бачити внутрішні процеси школяра, викликані її розв’язуванням: психічні, мислені, мнемічні, інтегративні особистісні процеси - активність, самостійність. Ось чому будь-яка задача, звернена до пізнання школярів, принципово не може виступати імперативно, як вказівка, не звернена до самого учня. Вона повинна налаштовувати учня до її розв’язку, пробуджувати його внутрішні сили. І саме в цьому пізнавальний інтерес виступає як головний і надійний помічник вчителя” [241, с.100].

2.2. Розвиток пізнавального інтересу до вивчення фізики засобами нових педагогічних технологій

Вперше про педагогічні технології заговорили на Заході в 60-ті роки XX століття. В нашій країні на той час під технологією навчання розуміли переважно застосування в педагогічному процесі технічних засобів навчання.

Деякі автори вважають, що завдання технологій навчання зводиться, в першу чергу, до того, що розроблювані в дидактиці закони та принципи перетворюються в ефективні методи навчання. Що технологія навчання створює всі необхідні умови для ефективного використання технічних засобів навчання [3].

У роботах Янушкевича Ф. [248, с.89] наводяться характерні ознаки дидактичної технології навчання. Структуру дидактичної технології розроблено в працях Беспалька В.П. [18, с.36], та ін.

На сьогодні ніхто не сприймає “технологію навчання” як єдино досконалий метод, у пошуках якого працював іще Я. А. Коменський. Він вбачав, що при єдиному досконалому методі навчання “все піде вперед не менш чітко, ніж іде годинник з відрегульованим механізмом, так же приємно і радісно, і з такою ж вірністю, яку можна досягнути в подібному мудрому інструменті” [103, с.13].

Проте, навіть сучасна психолого-педагогічна наука не в змозі перетворити школу в такий “мудрий інструмент”, про який мріяв Я.А.Коменський. А причина цьому - багатогранність виховних завдань, неоднозначність прояву закономірностей засвоєння знань у залежності від індивідуальних здібностей учнів, взаємовідносин учнів з учителем і між собою, та багатьох інших чинників, аж до морально-психологічного клімату в класі.

Сучасні технології навчання, що базуються на принципах оптимізації, спрямовані на вдосконалення навчального процесу, на перспективу. Варіативність організації навчального процесу залежить від специфіки змісту теми, а також суб’єктивних можливостей класу та вчителя. Значний вклад у цьому напрямку внесено педагогами-практиками, послідовниками ідей Ю.К. Бабанського [11, с.16].

Чим багатограннішою буде теоретична підготовка вчителя, тим більш широким буде його підхід до вибору можливих варіантів навчання. І коли вибір стратегії засвоєння знань зроблено вірно, то настає явище взаємного підсилення, коли поєднуються зусилля вчителя та самих учнів і ефект навчання при цьому різко підвищується.

У дидактиці підходять до означення технології навчання як системного способу організації навчання, спрямованого на оптимальну побудову та реалізацію навчально-виховного процесу, який базується на діяльнісному підході, що забезпечує інтенсифікацію навчання, генералізацію знань та умінь учнів з метою використання їх у навчальній та практичній діяльності [188, с.31]**.**

О.І. Іваницький у своєму монографічному дослідженні справедливо відзначає, що саме потреби педагогічної практики логічно привели до **технологізації педагогічної праці**, тобто обгрунтованому вибору системи методів, прийомів, засобів, організаційних форм – створенню технологій навчання, орієнтованих на досягнення освітніх цілей навчання, орієнтованих на досягнення освітніх цілей при управлінні процесом навчання з урахуванням індивідуальних особливостей особистостей учнів. Автор робить грунтовну і ефективну спробу інтегрувати визначення педагогічної технології на основі існуючих "як системного способу ор-

ганізації діяльності вчителя і учня, за якого реалізація навчальної мети досягається узгодженим поєднанням організаційних форм, методів і засобів навчання" [85, с.25-29].

Проте загальновизнане тлумачення для поняття “технологія навчання” ще знаходиться на стадії становлення.

Цікаво, що О.І. Іваницький не допускає підміни понять "методика навчання фізики" і "технологія навчання фізики": "Можна стверджувати, що поняття "методика навчанння фізики" є більшим за своїм змістовним обсягом, ніж поняття "технологія навчання фізики" і включає останнє. Тобто, технологія навчання фактично дає відповідь на питання "Як навчати?" [Так само, с.29]. Сама ж технологізація навчального процесу розглядається автором як основа реконструкції методичної системи навчання фізики.

Педагогічна технологія у порівнянні з поурочним плануванням і конспектів, розрахованих для вчителя, у загальному випадку є проектом навчально-виховного процесу, який визначає структуру та зміст навчально-пізнавальної діяльності учнів. У цьому запорука високої стабільності ефективності і результативності практично будь-якої кількості учнів.

Метою технології навчання є забезпечення зростання ефективності процесу навчання. Проблема розвитку нових технологій полягає у розробці принципово нових підходів до організації та проведення навчально-виховного процесу при навчанні фізики не заради самої проблеми, а з метою розвитку пізнавальної активності учнів. Саме тому ми розглядаємо інноватику педагогічних технологій у нерозривній єдності з основним завданням сучасної педагогіки - формування стійкого інтересу і не лише до вивчення конкретного навчального предмету, а й до процесу пізнання в цілому.

Проте, на нашу думку, на сьогодні ще не достатньо розроблені такі методи і технології навчання фізики, які б гарантували постійну підтримку стійкої зацікавленності учнів у досконалому оволодінні предметом.

Оскільки, однією із характеристик прогресивності технології є її новизна, то надалі мова піде нові технології у навчанні фізики. Новизна технології, на наш

погляд, особливо тісно пов’язана з інтересом, що є потужною рушійною силою пізнання.

“Нам видається, - пише Г.Г.Іщук, - що при оцінюванні педагогічної праці критерій новизни не може бути вирішальним, оскільки діяльність учителя складається, як правило, з нестандартних ситуацій, тому кожна його дія несе з собою **елемент новизни**. За таких умов завданнями вчителя стають:

1. Створити умови для найбільш повного розкриття особистісних якостей і здібностей кожного учня.

2. Викликати в учнів інтерес до предмета, що вивчається та до процесу навчання в цілому.

3. Створити в учнів відчуття “інтелектуального голоду”.

Воно виникає тоді, коли учень не тільки одержує задоволення від пізнання, а й сам має бажання робити відкриття" [92, с.69].

Теорія і методика навчання фізики розглядає загальні принципи, методи і т.д., що відносяться до загальної дидактики (дидактичної технології) і заломлюються через призму специфіки навчання навчальної дисципліни. Окрім того, необхідно визначити, до якого ступеня сягає дидактична технологія: практично неможливо передбачити всі деталі технології. Навіть при умові детально розробленої технології, при її безпосередньому практичному застосуванні, можуть статися непередбачені зміни, які зумовлені вимогами даних, термінових обставин (наприклад, підготовка учнів до уроку, їх психофізичний стан, тощо). Врешті, дидактична технологія може бути піддана переоцінці з боку вчителя або учнів.

Згідно класифікації Ф.Янушкевича [247, с.23] характерними ознаками дидактичної технології є:

1. Сучасність - тобто постійне прагнення до дидактичних нововведень і неперервне вдосконалення змісту з урахуванням скорочення розриву між новітніми досягненнями в науці, виробництві, житті та їх відображення в навчальних предметах.

2. Оптимальність - спроба досягти поставлені навчально-виховні цілі при найменших по можливості витратах сил і часу при високій якості навчання.

3. Інтегративність - синтез одержуваних знань від досягнень психології, фізіології, соціології, кібернетики, інформатики, психолінгвістики, ергономіки, медичних наук та інших.

4. Науковість - відмова від інтуїтивного визначення змісту, методів і форм навчання та перехід до максимально повного аналізу на основі найновітніших досягнень науки.

5. Відтворення процесу навчання та його результатів - прагнення досягнути результати при застосуванні певної технології навчання.

6. Програмування діяльності учнів та вчителів.

7. Широке використання сучасних технічних засобів навчання і дидактичних матеріалів, методів, що активізують діяльність учнів.

8. Оптимальність матеріальної бази навчального процесу - комплексне вирішення проблем на основі досягнень у галузі ергономіки, навчальної гігієни, тощо.

9. Якісна і кількісна оцінка результатів навчання.

О.І. Іваницький у своїй класифікації технологій навчання фізики розглядає 9 напрямків-критеріїв, що покладені в її основу. Для нашого дослідження у першу чергу мають інтерес критерії: "За напрямами модернізації традиційної системи навчання фізики (локальні, комп'ютерні, узагальнені); "За типами методичної діяльності вчителя фізики" (реконструкційні, трансляційні, корекційні, авторські); "За трасляційною основою педагогічної взаємодії" (індивідуальні, фронтальні, групові); "За видами діяльності учителя фізики і учнів" (технологія лабораторної роботи, технологія розв'язування задач, технологія фронтального експерименту, технологія планування навчального процесу, технологія демонстраційного експерименту) [86, с.114-115]. Спрямованість на модернізацію традиційної системи навчання, виховання і розвитку учнів автор бере за ознаку інноваційності технологій і систем навчання [Так само, с.121].

Вирішення актуальної проблеми створення ефективних методик навчання в школі традиційними засобами є екстенсивним за змістовною ознакою. Тому основну увагу слід звернути на створення умов для впровадження в школу нових,

зокрема, інформаційних технологій навчання, які дозволяють вести гнучке й варіативне навчання учнів.

Комп'ютер може стати ефективним засобом навчально-виховного процесу, бути інструментом обробки та аналізу педагогічної інформації, інструментом управління та організації навчально-виховної діяльності.

Останнім часом під інформаційною технологією розуміють сучасну інформаційну технологію, що базується на електронній обробці даних.

Загальноприйняте поняття нової інформаційної технології, зводиться, як правило, до процесу збору, передачі, збереження і обробки інформації у всіх її можливих формах: текстовій, графічній, візуальній і мовній. В.І. Грищенко [52, с.31] розглядає НІТ як сукупність упроваджуваних принципово нових засобів і методів обробки даних, які забезпечують цілеспрямоване створення, передачу, збереження і відображення інформаційного продукту (даних, ідей, знань) з найменшими затратами і у відповідності із закономірностями того соціального середовища, де розвивається нова інформаційна технологія.

Існування у комп'ютера трансдюсерних, комбінаторних, обчислювальних, графічних та моделюючих (simulation and animataon) можливостей зовсім не гарантує їх вірне і ефективне застосування в шкільній практиці. Методично вірно використовувати ці можливості комп'ютера - основне завдання вчителя-дослідника.

Серед методологічних проблем проектування зразків нових інформаційних технологій у навчальній діяльності проблема формування пізнавального інтересу розглядається лише опосередковано, в структурі мотивації: "Провідним принципом у проектуванні майбутніх педагогічних технологій являється опора на активність самого учня, що висуває само собою нові вимоги до мотивації навчання в умовах НІТ" [51, с.11].

Динаміка створення, розвитку і впровадження нової інформаційної технології, як вважає В.І. Грищенко [51, с.39] може бути представлена у вигляді п'яти етапів:

I етап. “Початкове накопичення” - Стихійні експерименти. Коли з’являються окремі розроблені програми для фрагментарного використання на заняттях, цей етап закінчується.

II етап. “Критичний аналіз” - інтенсивне використання програм, систематизація і оцінка накопичених даних, реальна оцінка перспектив і можливостей указують на закінчення цього етапу.

III етап. “Початок впровадження” - поширення у загальноосвітніх курсах першого позитивного досвіду з використання педагогічних програмованих засобів та паростків елементів нформаційної технології, методичне обгрунтування застосування програм, засвоєння вчителями комп’ютерної грамотності вказуватимуть, що цей етап успішно реалізується.

IV етап. “Синтетична методика” - переведення шкільних курсів на нову технологію навчання, широке використання інформаційної технології в окремих темах, збільшення часу роботи вчителя з комп’ютером при підготовці до занять і управління навчальним процесом.

V етап. “Гармонійне застосування” - перегляд змісту методів навчання тим дисциплінам, де педагогічний експеримент показав доцільність застосування нової інформаційної технології.

Впровадження програмованого навчання в широкому загалі навчальних предметів свідчить про початок формування інформаційної культури. І вже лише сформована повністю, вона стає достатньою умовою впровадження в школу інформаційної технології навчання.

Ряд психологів і педагогів [11, 54, 87] застерігають від надлишкової алгоритмізації мислительної діяльності. Пропагуючи ідею розкладання всіх мислительних операцій на окремі кроки, слід пам’ятати про роль образної складової у мисленні учня. Його розумова діяльність не повинна копіювати “систему мислення комп’ютера”. До негативних аспектів ми також відносимо і надмірне захоплення, в ряді випадків, комп’ютерними іграми (на шкоду іншим видам навчальної діяльності).

Таким чином, одним із гарантованих шляхів розвитку пізнавального експерименту являються педагогічі технології, мова про які точилася протягом всього існування педагогіки як науки. Проте найбільш стрункої форми поняття педагогічних технологій, та способи їх реалізації досягли в роботах Безпалька В.П., Грищенка В.І., Іваницького О.І., Сергеєва О.В. та Янушкевича Ф.

Ми розглянемо розроблені нами педагогічні технології, які, на наш погляд, допоможуть значно підвищити інтерес учнів до вивчення фізики, а, значить, і досягти більш високих результатів засвоєння навчального матеріалу з фізики.

2.3. Інноваційні технології фізичного експерименту з оптики у системі дидактичних засобів формування пізнавального інтересу

Фізичний експеримент, як демонстраційний, так і фронтальний, має великі потенційні можливості для розвитку пізнавального інтересу до вивчення фізики.

Важливим моментом при цьому є збереження оптимального співвідношення у демострації експериментів цікавих дослідів і "класичних" навчальних дослідів. Обидві компоненти представлені у традиційній системі ДЗФПІ. Проте необхідність їх кількісного насичення зберігається практично з усіх розділів шкільного курсу фізики.

Зокрема, позитивну емоцію інтересу до вивчення фізики можна формувати також і під час досить нескладного демонстраційного фізичного експерименту. Демонстраційний фізичний експеримент може бути не лише констатуючим, тобто таким, що підтверджує певне теоретичне положення. З допомогою нього можна проводити корекцію знань, створювати проблемні ситуації.

Наприклад, вивчаючи за програмою 9-го класу питання вільного падіння, бажано продемонструвати дослід, який підтверджує, що в стані вільного падіння тіла не тиснуть на опору, яка рухається разом з ними. З цією метою можна продемонструвати дослід витікання струмини підфарбованої рідини через отвори у пластиковій пляшці. (Необхідне обладнання досить просте у самостійному виготовленні. Пластикова пляшка не б'ється, отвори легко обробляються, їх краще всього робити шилом або нагрітим цвяхом). Коли пляшка не рухається, а також у випадках рівномірного підйому і опускання інтенсивність витікання струмин не

змінюється. Цим дослідом можна скорегувати знання учнів про вагу тіла при рівномірному русі вгору та вниз. Серед учнів стійко утримується хибне поняття, що невагомість – це явище, яке можна спостерігати лишев космосі, ну в крайньому випадку – при вільному падінні, тобто при опусканні тіла вниз під дією сили тяжіння.

Доречним буде поставити учням ровиваюче проблемне питання: “В якому випадку вага рідини (сила з якою вона тисне на горизонтальне дно) буде більша: при рівномірному підйомі, рівномірному опусканні чи в нерухомому положенні?”

Але фізичний дослід можна розвивати далі з метою підтвердження положення, що в процесі вільного падіння тіла знаходяться в стані невагомості.

З цією метою спочатку переформулюємо питання: “Чи зміниться характер витікання струмини рідини із отворів нерухомої пляшки, якщо її відпустити для вільного падіння?” Дослід підтверджує, що витікання відразу ж припиняється. З цього робимо висновок: в стані вільного падіння тіла не тиснуть на опору, тобто перебувають у стані невагомості.

І остання фаза цього досліду допоможе однозначно розв’язати проблему: “Як буде змінюватися характер витікання рідини, коли нерухому пляшку кинути вгору, а потім спостерігати її падіння (під час обох фаз падіння: при русі вгору та вниз)?”

Демонстрація розвіює всі сумніви стосовно того, що у вільному падінні тіла перебувають і у фазі підйому і у фазі спуску, рідина припиняє витікання відразу ж як тільки під пляшкою зникає опора.

Проте далеко не всі розділи фізики допускають механічне послідовне кількісне насичення модернізованими засобами фронтального фізичного експерименту як ДЗФПІ. Як показало спеціальне дослідження, зокрема це стосується оптики.

Серед фронтальних експериментальних завдань розроблених колективом дослідників під керівництвом відомого фізика-методиста В.О.Бурова [28], з геометричної оптики пропонується всього 7 завдань. Серед них є "Спостереження зображення, отриманого з допомогою плоского дзеркала", "Спостереження зало-

млення світла", "Спостереження повного відображення світла", "Спостереження зображення, отриманого за допомогою призми", "Вивчення способів спостереження зображень, отриманих за допомогою лінзи". Наведені технології проведення спостереження і отримані зображення є фактично адаптованими для учнівського робочого місця демонстраційними експериментами вчителя, або зводяться до побутових спостережень (олівець у склянці з водою, призма на сторінці з текстом) і не дають змоги графічно візуалізувати промені. Доречі, саме спостереження у плоскому дзеркалі з помилкою наведене на рис.12, с.16 – зображення олівця не може бути поза дзеркалом, а лише у дзеркалі. Інші досліди ("Спостереження зміни діаметра зіниці і акомодації ока", "Спостереження зображення тіні на сітківці ока") є досить сумнівними з погляду на дотримання санітарно-гігієнічних вимог, адже безпосередньо пов'язані із застосуванням контрастної дії джерел світла на око. Досліди з світловими хвилями (всього 9) теж запрограмовані на використання вузьких світлових пучків.

В українському виданні з фронтального експерименту з фізики Г.М.Гайдучка та В.Г. Нижника відбулося збагачення в цілому завдань-дослідів з оптики, але геометрична оптика та світлові хвилі подані традиційними засобами (через вузькі світлові пучки). Проте фронтальна лабораторна робота "Вимірювання показника заломлення скла" у альтернативному варіанті подана частково з графічною візуалізацією. "На папір кладуть пластинку і позначають її грані. До однієї з граней проводять перпендикуляр і падаючий промінь під кутом падіння, зазначеним учителем. Потім з боку другої грані відмічають точку, так щоб вона була на продовженні намальованого променя, якщо дивитися через пластинку. Спосіб менш наочний, але не потребує затемнення і джерел світла "[35, с.145]. Зазначимо, що у загальному випадку треба позначати не одну, а дві точки, проте автори у цій роботі зробили важливий крок до спрощення відомого "методу шпильок" (падаючий промінь не "пришпилюється", а заломлений лише помічається точкою).

Далі пішов у своїх розробках проведення лабораторних робіт учитель Ю.П. Жарков. Він запропонував [67, с.58 - 60] дуже близький до розробленого нами

метод визначення показника заломлення скла. Побудова падаючого променя виконується теж не булавками, а кольоровими олівцями. В кінці роботи також пропонується дослідити залежність отриманого результату показника заломлення від величини кута та кольору падаючого променя. Проте далі починаються розбіжності: Ю.П. Жарков пропонує в якості додаткових побудов проводити додаткові перпендикуляри до перпендикуляра, проведеного до паралельних граней пластини з вибраних на падаючому та заломленому у склі променях точок, що рівновіддалені від точки падіння. Ця додаткова побудова рівновіддалених точок обов'язково потягне за собою збільшення похибки.

Нами на основі обладнання цієї ж лабораторної роботи розроблена технологія, що дозволяє в 11 класі окрім заломлення (геометрична оптика) вивчати дисперсію світла (хвильова оптика) і значно підвищити пізнавальний інтерес учнів. Ми пропонуємо проводити додаткові перпендикуляри з довільно вибраної точки на перпендикулярі до межі поділу середовищ, а також застосували свій метод для тригранної произми.

З явищем дисперсії учні середньої школи ознайомлюються на прикладі вивчення світлових хвиль. Детальний аналіз викладу цього явища в різних підручниках, а також відповідей учнів показує, що його вивчення вимагає уваги до цього питання.

Так, підручник фізики для 11 класу [43, с.117] наводить два взаємно доповнюючі пояснення цього явища:

1. Залежність показника заломлення світла від його кольору носить назву дисперсії (від латинського слова dispersio - розсіювання).

2. Дисперсією називається залежність показника заломлення світла від частоти коливань (або довжини хвилі).

Фізичний словник І.І.Біленка [18] подає дисперсію як залежність оптичних характеристик речовини від частоти падаючого світла.

Допитливий учень може звернутися до довідника [107], рекомендованого для учнів шкіл, ПТУ і технікумів. Тут дисперсія розглядається як залежність швидкості світла (або показника заломлення) в середовищі від довжини хвилі

(частоти). А результат дисперсії - різне заломлення тригранною призмою пучка білого світла.

Доречі, як показало спеціальне опитування випускників середньоосвітніх навчальних закладів, виключна їх більшість помилково пов'язують явище дисперсії тільки з тригранною призмою.

Однією з таких характеристик є показник заломлення світла n в речовині, тому найчастіше розглядають $\Delta n/\Delta \nu$ - дисперсію показника заломлення.

Показник заломлення світла обчислюється як відношення швидкості світла у вакуумі до фазової швидкості світла у даному середовиші. Дисперсія світла веде до розкладання білого світла прозорими призмами на кольоровий (частотний) спектр, оскільки $n = f(\nu)$.

Фазова швидкість, як швидкість поширення в просторі фіксованої фази коливань, може бути визначена як $\upsilon_ф = \lambda\nu$. У різних середовищах (різний показник заломлення) фазова швидкість $\upsilon_ф$ обернено пропорційна показнику заломлення n і також залежить від частоти світла ν.

Ми вводимо поняття дисперсії через таку її характеристику, як дисперсія показника заломлення світла, тому і вивчення цього явища пропонуємо ропочинати з лабораторної роботи “Визначення показника заломлення” [70]. Проводимо цю роботу за дещо зміненою порівняно з пропонованою в підручнику методикою. Під час виконання можна обійтись без джерела вузького пучка світла, гофрованого картону, голок і циркуля.

Інноваційна лабораторна робота **"Визначення показника заломлення світла у склі"** (Додаток А.1) виконується під час вивчення питань геометричної оптики в такій технологічній послідовності.

За мету роботи доцільно поставити завдання визначити значення показника заломлення світла у склі, і встановити його залежність від напрямків падаючого променя та його кольору.

В якості обладнання достатньо скористатися пластинкою з плоскопаралельними гранями, лінійкою з міліметровими поділками та гостро заструганий олівець.

Показник заломлення у речовині можна обчислити з а формулою Снелліуса:

$$n = \sin\alpha / \sin\gamma, \quad (2.1)$$

де $\alpha = \angle AOC$ (як показано на рис. 2.1) - кут падіння, кут $\angle AOB$ дорівнює куту заломлення (як вертикальний), визначається між перпендикуляром AO і продовженням OB у перше середовище променя, заломленого у склі.Значення тригонометричних функцій кутів падіння і заломлення можна виразити через відношення відповідних сторін прямокутних трикутників:

$$\sin\alpha = AC/AO, \quad (2.2)$$

$$\sin\gamma = AB/AO, \quad (2.3)$$

де АС $\perp$ОС, АВ $\perp$ ОВ за побудовою.

Підставивши вирази (2.2) і (2.3) в (2.1) дістанемо:

$$n = \frac{AC/AO}{AB/AO}, \quad \text{або } n = AC/AB. \quad (2.4)$$

Таким чином, показник заломлення n можна визначати не через відношення синусів кутів падіння і заломлення променя, а через відношення відповідних відрізків AC *і* AB, виміряних в однакових довільних одиницях довжини, наприклад міліметрах.

Для виконання роботи рекомендуємо спочатку провести вздовж однієї з горизонтальних ліній аркуша зошита в клітинку (для зручності виконання геометричних побудов) лінію, як межу поділу двох середовищ: повітря - скло. Потім довільно вибрати на цій межі точку O і провести до неї у вигляді ліній падаючий промінь та перпендикуляр, поставлений у точку падіння до межі поділу

Далі слід покласти скляну пластину на папір так, щоб коротша з паралельних граней розмістилася уздовж межі поділу, і гостро заструганим олівцем якомога точніше обвести пластину з протилежного боку.

Після цього слід прикласти лінійку до аркуша так, щоб одна з її граней була продовженням зображення падаючого променя, спостережуваного через скло, і провести вздовж неї лінію до межі зі склом. Це і буде подвійно заломлений промінь.

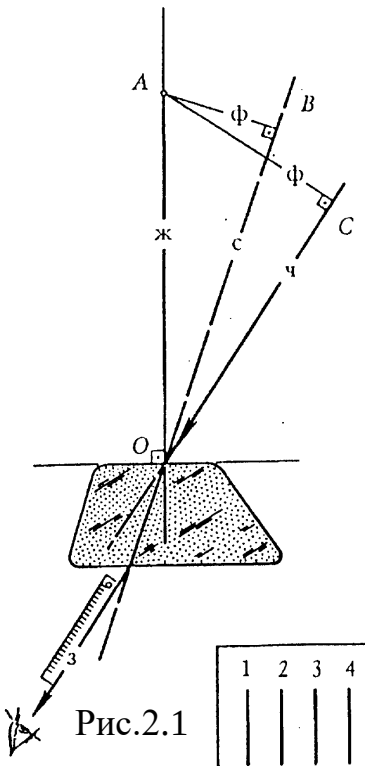
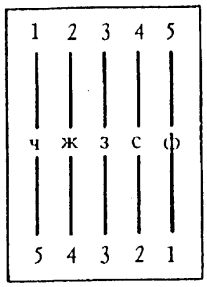


Рис.2.1



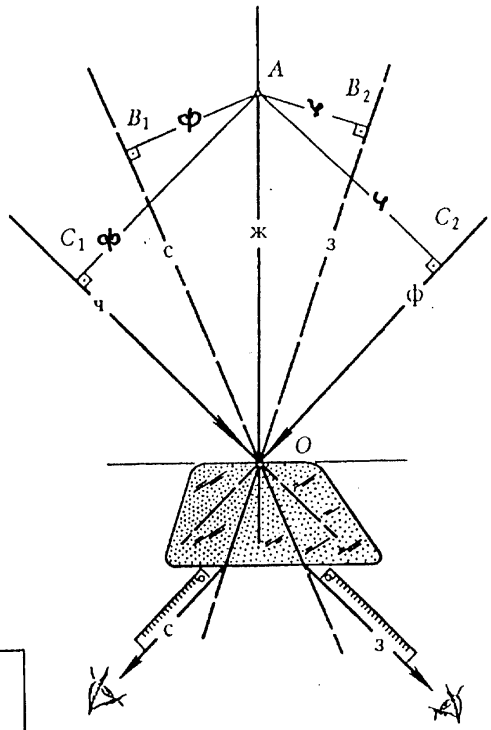


Рис.2.2.

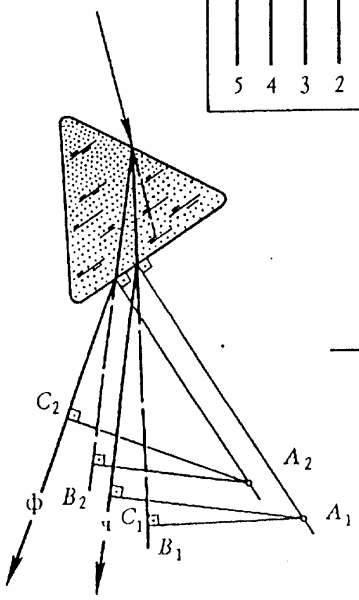


Рис.2.3

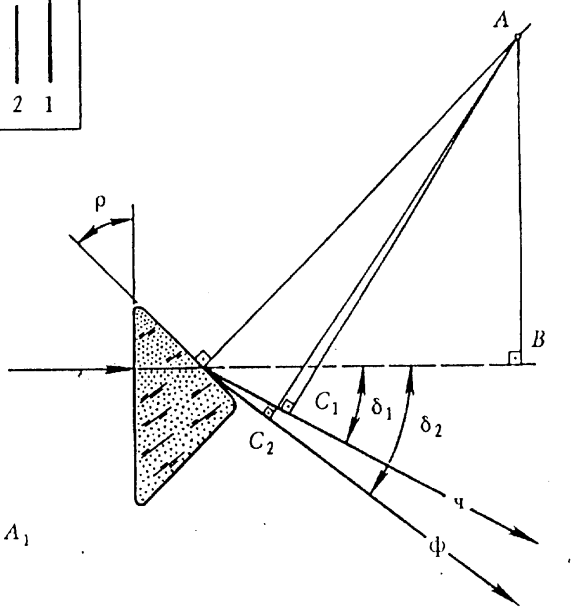


Рис.2.4

Рис. 2.1 – 2.2 Схеми першого та другого варіантів лабораторної роботи з визначення показника заломлення скла.

Рис. 2.3 – 2.4 Схеми виконання експерименту з визначення показника заломлення скла з допомогою тригранної призми (перший та другий варіанти).

Якщо зняти скляну пластину, та сполучити точки падіння променя і його виходу зі скла з протилежного боку пластини, то одержаний таким чином напрям ходу променя у склі слід продовжити в перше середовище, звідки був направлений промінь падіння.

Тепер можна виконувати додаткові побудови, що дозволить раціонально завершити роботу. Для цього з довільно вибраної точки на перпендикулярі *AO* опустити перепендикуляри на зображення напрямів ходу падаючого та продовження заломленого променів.

І на останок достатньо виміряти ці два перпендикулярні відрізки в однакових одиницях довжини та знайти їх відношення (2.4).

Доцільно повторити виконану роботу, щоразу змінюючи кут падіння променя. Проаналізувати результати роботи, зробити висновок.

Для кращого засвоєння учнями ходу роботи доцільно скористатися плакатом (рис. 2.1) чи накреслити його завчасно кольоровою крейдою на дошці. Різнокольоровий рисунок не просто викликає емоцію зацікавленості та формує інтерес, а і дозволяє краще відтворити із статичного зображення динаміку виконання роботи, послідовність окремих операцій [70, с.27].

Під час вивчення хвильових властивостей світла (тема “Дисперсія світла”) ми проводимо короткотривалу фронтальну роботу з визначення показника заломлення світла для променів різних кольорів, а, отже, і частоти. Хід цієї роботи майже повністю співпадає з вище описаними. Відмінність полягає лише в тому, що в одну і ту саму точку, але з різних напрямів (знову ж таки для зручності виконання геометричних побудов) проводять промені різних кольорів. Для кращої роздільної здатності бажано брати червоний та синій або фіолетовий, як крайні промені видимого спектру (рис. 2.2).

Така постановка роботи дає змогу з меншою кількістю обладнання і геометричних побудов не лише пересвідчитися в справедливості залежності показника заломлення світла від його кольору, як це пропонується традиційною методикою, а з певною точністю перевірити цю залежність кількісно. Це значно

підвищує навчальну цінність даної роботи, яка є пропедевтичною до вивчення явища дисперсії, поглиблює вивчення фізики.

У спеціалізованих класах фізико-математичного профілю можна запропонувати інноваційну лабораторну роботу з тригранною скляною призмою з набору до демонстраційного оптичного диска. Робота проводиться фронтально (до вивчення матеріалу з дисперсії світла), тому вона об'єктивно створює проблемну ситуацію, розв'язання якої у наступному дозволить розкрити фізичну сутність явища дисперсії світла.

Розглянемо послідовність виконання лабораторної роботи **"Визначення показника заломлення скла для різних кольорів світла за допомогою тригранної призми".**

За мету роботи доцільно вибрати завдання встановити залежність показника заломлення світла у склі від кольору променів.

Для обладнання знадобиться джерело білого світла, що дає вузький пучок променів, скляна тригранна призма, косинець та набір кольорових олівців.

Роботу слід розпочати з того, що покласти на аркуш паперу скляну тригранну призму і обвести її контур олівцем (рис.2.3).

Якщо на одну з бічних граней призми спрямувати вузький пучок білого світла, то можна спостерігати забарвлену смужку світла з іншого її боку .

Тепер можна навести кольоровими олівцями напрями поширення відповідно забарвлених частин кольорової смужки і простим олівцем - вхідного променя білого світла.

Після цього треба зняти призму і в точках виходу зі скла крайніх променів забарвленої смужки провести перпендикуляри до межі поділу "скло-повітря".

З довільної точки кожного з цих побудованих перпендикулярів опустити перпендикулярні відрізки до променів відповідного кольору і продовжень їх ходу у склі призми.

Обчисливши відношення довжин цих перпендикулярних відрізків для крайніх кольорів забарвленої смужки, ми і отримаємо показник заломлення світла відповідних кольорів (частот випромінювання) у матеріалі призми.

Після порівняння результатів обчислень з тими, що було одержано в попередній роботі, можна зробити висновки.

Інноваційним проведення лабораторної роботи стає у випадку, якщо джерело світла замінити кольоровими лініями на папері, і виконувати роботу так, як це було у випадку з плоско-паралельною пластинкою. Зображення кожної лінії позначаємо відповідним кольором. Для кожного кольору обчислюємо показник заломлення скла окремо.

Додатковим завданням може бути перевірка справедливості формули для показника заломлення скла: $n = \sin\frac{\rho+\sigma}{2}/\sin\frac{\rho}{2}$ для визначення показника заломлення тригранною призмою (рис. 2.4).

Роботу можна дещо спростити, якщо світловий пучок спрямувати перпендикулярно до передньої грані призми.

Для учнів, які раніше справилися з роботою, доцільно запропонувати повторити виконання роботи, замінивши пучок світла кольоровою лінією, найкраще із крайніх ділянок спектра. Тоді ці учні, а потім і решта, за результатами виконання нової роботи, прийдуть до висновку про те, що білий колір – справді складний. Бо тотожний результат переконає учнів, що це справді його компоненти.

На основі результатів фронтальної експериментальної роботи учням легко дійти висновку, що показник заломлення світла дійсно залежить від кольору, а, отже, і частоти світла.

Ця залежність дає змогу розділяти біле світло на кольори, що вказує на його складну будову.

Тепер досить навести переклад з латинської назви цього процесу, і учні готові сприймати причинну сутність явища дисперсії. Інтерес до його вивчення уже сформовано дослідом. Спектральна послідовність кольорів при виконанні рисунку на дошці, чи плакаті використана для того, щоб учням легше було з’ясувати послідовність виконання геометричних побудов у цій роботі. Щоб нагадати учням цю послідовність, так званий спектр можна розмістити безпосередньо над малюнком.

Таке розміщення кольорів у спектрі не лише допомогає учневі відтворити динаміку геометричних побудов під час оформлення роботи, а й створює певні умови для естетичного розвитку особистості учня. Однак, разом з тим, ми не поділяємо думки деяких практиків, що за кожним типом лінії слід закріпити певний колір. Наприклад, перпендикуляр - лише червоного кольору, а падаючий промінь - зеленого чи жовтого.

Такий підхід може стати умовою для формування стереотипно-догматичних уявлень у розв'язанні навчальних проблем. Для нас важливі не самі кольори, а порядок їх "чергування у спектрі". Такий технологічний прийом може бути застосований не лише при вивченні цього та іншого матеріалу з фізики, а і на уроках математики, креслення [69, с.82].

Нетрадиційні методи навчання в умовах "збагаченого освітнього середовища" (робота з обдарованими учнями у науково-технічних та теоретичних гуртках, участь у науково-практичних конференціях з актуальних проблем викладання) ось ті джерела, що живлять витоки педагогічних інновацій.

У дискусіях народжується істина. Це зауваження справедливе і в науково-педагогічній діяльності. Полеміка, яка ведеться у педагогічному колективі навколо, часом, цілком здавалося б ординарних понять, породжує ідеї для розвитку нових технологій.

Так, на одному із таких обговорень колега-математик поділився своїм досвідом використання кольору для зображення стереометричних малюнків. Дану площину, на якій починається побудова стереометричних елементів він пропонував виконувати зеленим кольором, площину для додаткових побудов - жовтим, а кінцевий результат - червоним. Виникла антитеза - суперечність: чи зможуть бути наперед установлені канони розвиваючими? Адже відомо з психології педагогічної навчальної практики, що навіть той факт, що вчитель зображає на дошці похилу площину завжди в одному нахилі (наприклад, зліва - направо, чи навпаки) призводить до формування в учнів догматизму мислення. Зіткнувшись із випадком протилежного розташування похилої площини учень такого вчителя відчуває ускладнення у зображенні основних діючих на дане тіло сил. Важливість кольору

в зображенні - незаперечна, але його вибір при зображенні стилізованої моделі, схеми, графіку чи діючих на тіло сил не має права носити догматичну закономірність. В той же час вчитель малювання при обговоренні власних уроків переймався відсутністю динамічних моделей для малювання з натури. Ось ці дві проблеми при співставленні і породили джерело для нової проблемної ситуації: як застосувати кольори для надання динаміки розвитку процесу, що статично зображений на плакаті? Такий прийом мав відповідати всім вимогам нових технологій – мав би ознаки новизни і водночас технологічне навантаження. Він дозволяв би досягти гарантованого результату в навчанні з меншими енергетичними затратами для вчителя та учня з економією часу. Як всяка інновація, така технологія має бути розвиваючою.

Ми запропонували процеси, які можуть бути зображені графічно і до того ж мають причинно-наслідкову послідовність чи іншу закономірність, яка розмежовує їх у часовому континіумі, викреслювати лініями таких кольрів, які розташовані у спектральній послідовності. Підхід до техніки має бути з точки зору лінійчатого спектру. Хоча кольори можна добирати в залежності від можливостей та уподобань, проте закономірність у протіканні прямого чи зворотнього процесу це не порушить. Так як насиченість окремої спектральної лінії, чи їх групи, дає можливість судити про концентрацію даного хімічного елемента у суміші чи сплаві, так і насиченість кольору відповідної лінії графіка дає можливість виділити енергетичний вихід (температуру, швидкість) напрям зміни швидкості певного параметру як у прямому, так і зворотньому процесах.

Описаний технологічний прийом був застосований при викладанні геометричної оптики. Зокрема велику послугу отримали учні при виконанні лабораторної роботи з визначення показника заломлення світла у склі за допомогою плоскопаралельної пластинки. Нам же залишається лише констатувати факт народження нової технології у навчанні фізики та прослідкувати одне із джерел розвитку окремих, здавалося б роздріблених, ідей у сформовану педагогічну технологію. Саме так, бо цю інновацію можна застосовувати і в математиці при розг-

ляді перерізів геометричних тіл чи зображенні стереометричних фігур, і в інших галузях знань.

Нами зроблена спроба застосувати методи графічної візуалізації як ахроматичних так і кольорових (хроматичних ліній) в геометричній оптиці (МГВАЛГО і МГВХЛГО, ідея узагальнення, розробки і застосування методів до оптичних деталей належить А.І.Павленку, автор брав участь у їх обговоренні та експериментальній перевірці) для фронтального експерименту з оптики з метою підтримання і формування пізнавального інтересу до вивчення фізики в учнів багатопрофільних шкіл-ліцеїв [157].

Всі запропоновані нами фронтальні досліди використовують стандартне обладнання набору для оптичної шайби (сегменти дзеркал, лінз, плоскопаралельна пластинка у формі трапеції, напівциліндр, призма і т.д.).

Інноваційна технологія передбачає дотримання ряду вихідних положень, операцій-правил, які визначають і складають суть методів графічної візуалізації.

1. Технологія передбачає графічну візуалізацію **променів**, які спостерігають через різні оптичні елементи. Графічну візуалізацію **зображень** предметів (стрілок, лампочок, тощо) зробити можна лише екстраполюючи зображення однієї точки на все зображення. Останнє різко понижує рівень наочності розроблених методів та ускладнює розуміння учнями побудов для цих випадків.

2. Візуалізація **точки зображення** одержується за допомогою перетину принаймні двох променів, які будуються як вихідні з точки предмету (наприклад вістря стрілки).

3. Зображення кожного променя будується **окремо** і **незалежно** від зображення інших. (Картини зображення будуть калейдоскопічно змінюватися від положення ока спостерігача).

4. Зображення променя повинне отримуватися у ході зміни положення ока спостерігача у вигляді променя. (У випадку елементів лінз це можуть бути промені з розмитими кінцями, але не криві лінії. Розмитість пояснюється перетином променя фокальної площини лінзи). Око спостерігача повинне бути розташоване на лінії зображення променя або його продовження.

5. Графічна візуалізація зображених променів як дійсних або уявних (неперервною або перервною лінією) здійснюється за відомими загальними правилами побудови уявних або дійсних зображень для кожного конкретного випадку.

6. Для побудови зображення променя можна використовувати позначення однієї або двох точок, або співпадання ребра лінійки з напрямом зображення променя.

7. Будуються зображення за правилами, що наведені в п.п.1-6 як для хроматичних так і ахроматичних променів (ліній).

Застосовану нами інноваційну технологію проведення фронтального фізичного експерименту з оптики з метою формування пізнавального інтересу до вивчення фізики в учнів багатопрофільних шкіл-ліцеїв слід віднести до **конкретно-спеціальних** у загальній технології навчання фізики засобами навчального фізичного експерименту.

Про важливість використання кольорових ліній в рисунках і кресленнях вчителя і учня наголошували в своїх дослідженнях Є.І.Горячкін, К.Є.Мартинова та інші [48, 132].

Кольорові лінії Л.І.Рєзніков пропонує застосовувати в тому випадку, коли на одній системі координат наносять декілька графіків.

Так наприклад, під час графічного додавання двох або більшої кількості гармонічних коливань як складові, так і сумарні коливання слід зображати різними кольорами. Криві різних кольорів використовуються на графіку трифазного струму. Одні і ті ж процеси зміни стану газу в різних координатних осях зображаються лініями одного кольору. …Учні користуються кольоровими олівцями, а вчитель викреслює криві на дошці кольровими крейдами" [173, с.79].

Під час виконання малюнка, що ілюструє дисперсію білого світла у призмі “особливо бажано користуватися кольоровими крейдами” [226, с. 262].

Як бачимо, досліджувана проблема застосування графічного методу при вивченні фізики та застосування кольорових ліній розглядалась методистами іще в середині минулого століття.

Проте в жодній із раніше опублікованих робіт кольорові лінії не застосовувались для зображення динаміки процесу (напрямку та характеру розвитку процесу чи зміни одного із його параметрів). Не застосовувалась, також, кольорова лінія як монохроматична модель променя в геометричній оптиці, питання, яке досліджувалось в нашій роботі.

Багато дослідників вказують на естетичну та емоційну привабливість, зацікавленість учнів до вивчення оптичних явищ у шкільному курсі фізики, зокрема кольорів. Колір у діяльності людини має важливе значення, і є предметом вивчення спеціальної науки - кольорознавства [10, 61]. Дія кольору може бути не лише психологічною, але і фізіологічною і навіть використовуватися в терапії. (Наприклад, блакитний колір дещо зменшує кров'яний тиск, заспокоює мускульне збудження, пульс і дихання). Ще великий філософ Гете, який у свій час підтримав ідеї Ньютона, з великим знанням справи судив про кольори, що можуть викликати почуття, пробуджувати емоції і думки, які заспокоюють або хвилюють, засмучують або бадьорять [61, с.64]. Разом з тим, вивчення кольорів серед інших оптичних явищ у курсі фізики середньої школи, на наш погляд, значно відстає від тієї значної практичної ролі, яку відіграють кольори у різноманітній діяльності людини. І хоча психологічна роль кольору ще потребує глибокого вивчення, можна стверджувати, що дія кольору на відчуття тепла або холоду отримала визнання. Значно менше вивчені закономірності впливу кольору на почуття людини і нервове збудження. Багато дослідників відзначають досить своєрідний характер психологічної дії кольорів для їх прикладного застосування. Їх дія може бути зменшена або посилена, змінена різними поєднаннями кольорів. Узагальнюючи досить змістовні і об'ємні описи психолого-фізіологічних можливостей кольорів у літературі [61], відзначимо, що: червоний (гарячий колір) спричиняє стимулюючу дію, викликає емоційні реакції; оранжевий (дуже яскравий), спричиняє радість; жовтий (гарячий колір) самий веселий, центр найбільшої світності у спектрі, стимулює зір, використовується для лікування психоневрозів; зелений (освіжаючий колір) заспокоює, зменшує яскравість сонячного освітлення; блакитний (холодний колір) спричиняє заспокоюючу дію; бурий заспокоює, але один

здатний викликати депресію, його треба застосовувати з жовтим або оранжевим; білий (холодний колір) асоціативно слугує символом чистоти; чорний пригнічує, якщо використовується один.

Можна стверджувати, що у методиці навчання фізики ще не склалися теоретично обгрунтовані правила застосування кольорів, хоча поставлена проблема була досить давно. Існували і існують досить суттєві розбіжності стосовно самої можливості та доцільності використання кольорів у підручниках, записах та рисунках на дошці, рисунках, записах, опорних конспектах учнів і т.п. Цікаві рекомендації існують щодо кольору класної дошки, демонстраційного столу і т.п. Так, наприклад, у досить популярному посібнику для вчителів фізики знаходимо: “Бажано використання кольорової крейди і кольорових олівців, але тільки у тих випадках, коли це необхідно для виокремлення якихось деталей рисунка, а не заради простого “прикрашання” [132, с.9]. Разом з тим, відомий вчитель-новатор В.Ф.Шаталов вважає за необхідне і активно використовує розмальовування - “прикрашання” під час створення і використання (проробки) опорних конспектів і сигналів у навчальному процесі.

К.Є.Мартинова пропонує вивчення ходу оптичного променя у плоскопаралельній пластинці супроводжувати показом на уроці плоскопаралельної пластинки, та послідовною побудовою ходу променя в ній за допомогою рисунка і дослідної перевірки отриманого результату [132, с.34-36]. Така дослідна перевірка пропонується “у вигляді невеликої лабораторної роботи в кінці уроку”. На жаль опису цієї роботи автор не наводить. Але така робота за змістом в підручниках фізики того часу була розрахована на весь урок, тобто на 45 хвилин.

Можливості МГВАЛГО і МГВХЛГО поширюються і на експериментальне **визначення граничного кута повного відбиття**.

Існують як теоретичні, так і експериментальні методи дослідження цього явища. Дослідити його можна з допомогою напівциліндричної лінзи. Чому саме вибрана напівциліндрична лінза? Цей вибір пояснюється тим, що промінь. Спрямований вздовж радіуса циліндра зазнає лише одного заломлення на межі поділу середовищ: повітря – скло – повітря. Оскільки радіус завжди перпендикулярний

до поверхні циліндра, а в площині малюнка – до кола, як елемента дотичної в місці переходу променя із одного середовища не відбувається в якому б напрямку світло не поширювалося (так званий принцип оборотності ходу променя). Таким чином заломлення відбувається лише в точці, що лежить на осі циліндра, а в площині малюнка – в центрі кола.

Ця особливість ходу променя в напівциліндричній лінзі спрощує виконання лабораторної роботи за описаною технологією “Спостереження явища повного внутрішнього відбиття за допомогою напівциліндричної лінзи” (Додаток А 2).

За мету в роботі можна поставити завдання з’ясувати особливості ходу світлових променів на межі поділу двох середовищ під різними кутами падіння, якщо одне із середовищ є напівциліндрична скляна лінза.

В якості обладнання доцільно вибрати напівциліндричну лінзу, аркуш чистий папір (краще в клітинку), лінійку та різнокольорові олівці.

Роботу виконують в такій послідовності: спочатку проводять на папері довільну пряму **L**, що імітує межу поділу двох середовищ і в довільно вибраній точці **O** цієї лінії побудувати до неї перпендикуляр **n** (рис. 2.5 а).

Після цього проводимо різнокольоровими олівцями (наприклад: червоний, зелений та фіолетовий) декілька радіусів-променів падіння в точку О під різними за величиною кутами (рис. 2.5б). Для зручності дослідження промені краще розміщувати в одному квадранті і спрямувати їх під різними за величиною кутами. Якщо на виконаний рисунок накласти напівциліндричну лінзу так, щоб співпали її діаметр з лінією межі **L**, а вісь циліндра з основою перпендикуляра **n** – з точкою **O** і, обертаючи аркуш паперу з лінзою навколо осі циліндра, то в зручному положенні можна спостерігати зображення у лінзі побудованих променів падіння. Падаючі промені можуть бути як накритими лінзою, так і знаходитися поза нею (рис.2.5в).

Після цього, як і в попередніх роботах, треба прикласти лінійку до паперу так, щоб її кромка була розташована вздовж зображення у лінзі одного з падаючих променів та побудувати заломлений промінь для кожного променя падіння

бажано лінією того ж кольору. Це робиться з метою аби не сплутати відповідні падаючий та відбитий чи заломлений промінь для кожного випадку.

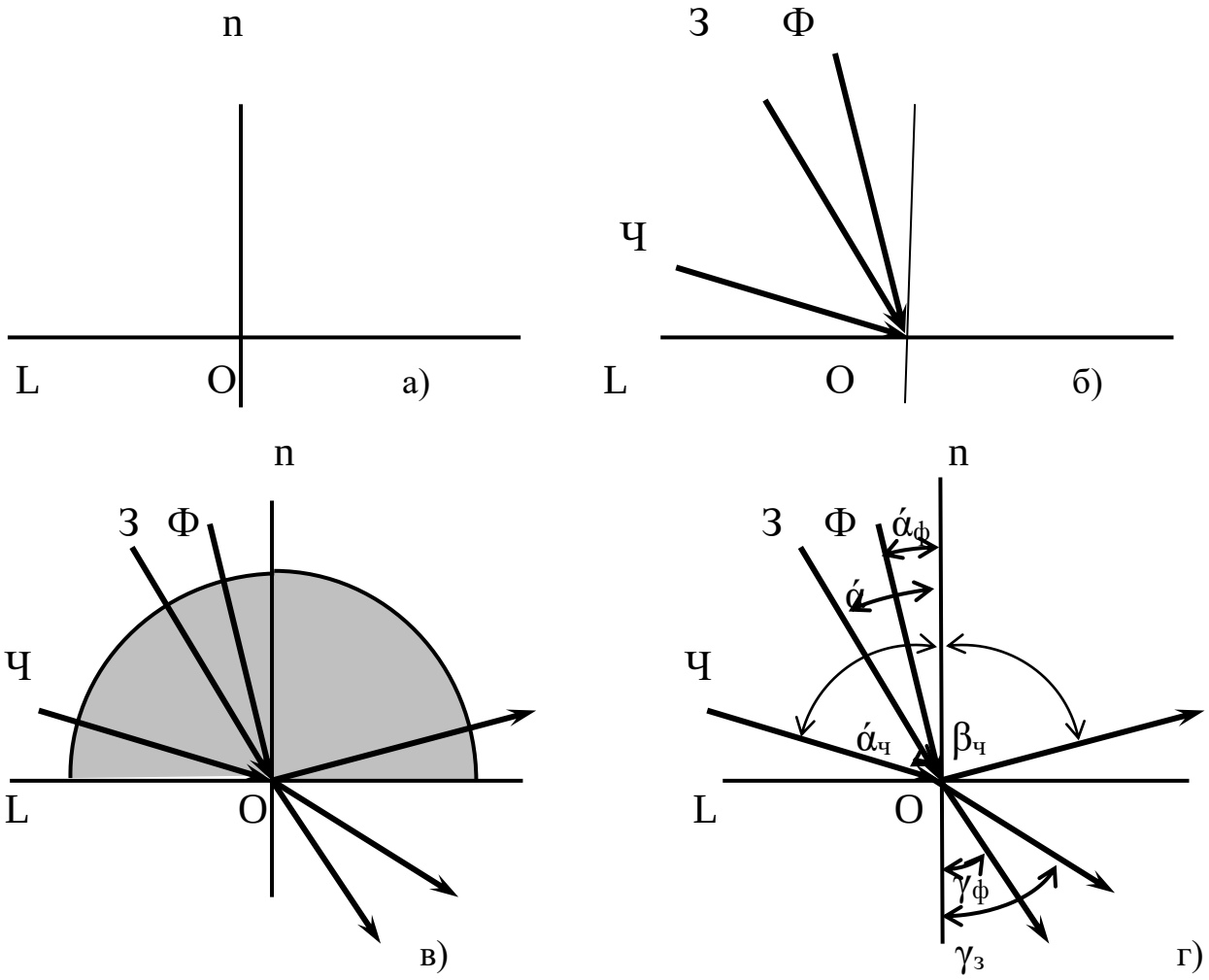


Рис. 2.5 Схема виконання лабораторної роботи “Спостереження явища повного відбиття за допомогою напівциліндричної лінзи"

Тепер можна зняти з паперу фрагмент лінзи та виконати добудову заломлених променів (рис. 2.5г). Порівняти кути падіння променів та результати ходу заломлених променів. Зробити відповідні висновки.

Цікавий, і дещо парадоксальний результат дають промені, які падають на межу поділу під великими кутами. За деяких значень кута промінь не в змозі долати цю межу і відбиваючись від неї повертається в попереднє середовище та радіально виходить зі скла лінзи. Таке явище отримало назву *повне відбиття*. Повне, бо часткове відбивання світла на межі поділу прозорих середовищ завжди ві-

дбувається при малих кутах падіння. Нйменший кут падіння, при якому починається спостерігатися явище повного внутрішнього відбиття називається *граничним кутом повного відбиття.*

Оскільки кожен учень класу виконував побудову зображення падаючих променів під довільними кутами, по закінченню роботи доцільно обговорити отримані результати та дійти спільних висновків:

1. При переході світлового променя із одного середовища в інше змінюється його напрям, тобто відбувається заломлення.

2. Кут, під яким поширюється промінь у відносно більш густішому оптичному середовищі (скло, порівняно з повітрям) завжди менший.

3. При великих кутах промінь не виходить з оптично густішого середовища (скла). Це явище отримало в оптиці назву повного відбиття.

За яких же умов відбувається це явище – повне відбиття? Таку мету можна поставити в наступному експериментальному завданні, виконавши лабораторну роботу "Визначення граничного кута повного відбиття у напівциліндричній лінзі" (Додаток А 3).

За мету в роботі можна поставити завдання експериментально знайти наближене значення граничного кута повного внутрішнього відбиття з допомогою напівциліндричної лінзи.

Із обладнання, як і в попередній роботі знадобляться напівциліндрична лінза, чистий папір, кольорові олівці, лінійка та транспортир, яким виміряємо величину граничного кута повного внутрішнього відбиття. Алгоритм виконання роботи залишається попередній, це полегшує учням її виконання.

Спочатку слід провести на папері довільну пряму **L**, що імітує межу поділу двох середовищ і в довільно вибраній точці **O** цієї лінії побудувати до неї перпендикуляр **n** (Рис. 2.6а).

Далі проводимо в точку О під довільним кутом падаючий промінь. Після цього треба накласти на папір напівциліндричну лінзу так, щоб її діаметр співпадав з межею поділу L, а вісь циліндра – з точкою О. Падаючий промінь може бу-

ти як накритий лінзою, так і поза нею. Обертати папір з лінзою так, щоб зручно було спостерігати зображення падаючого променя у лінзі (Рис. 2.6б).

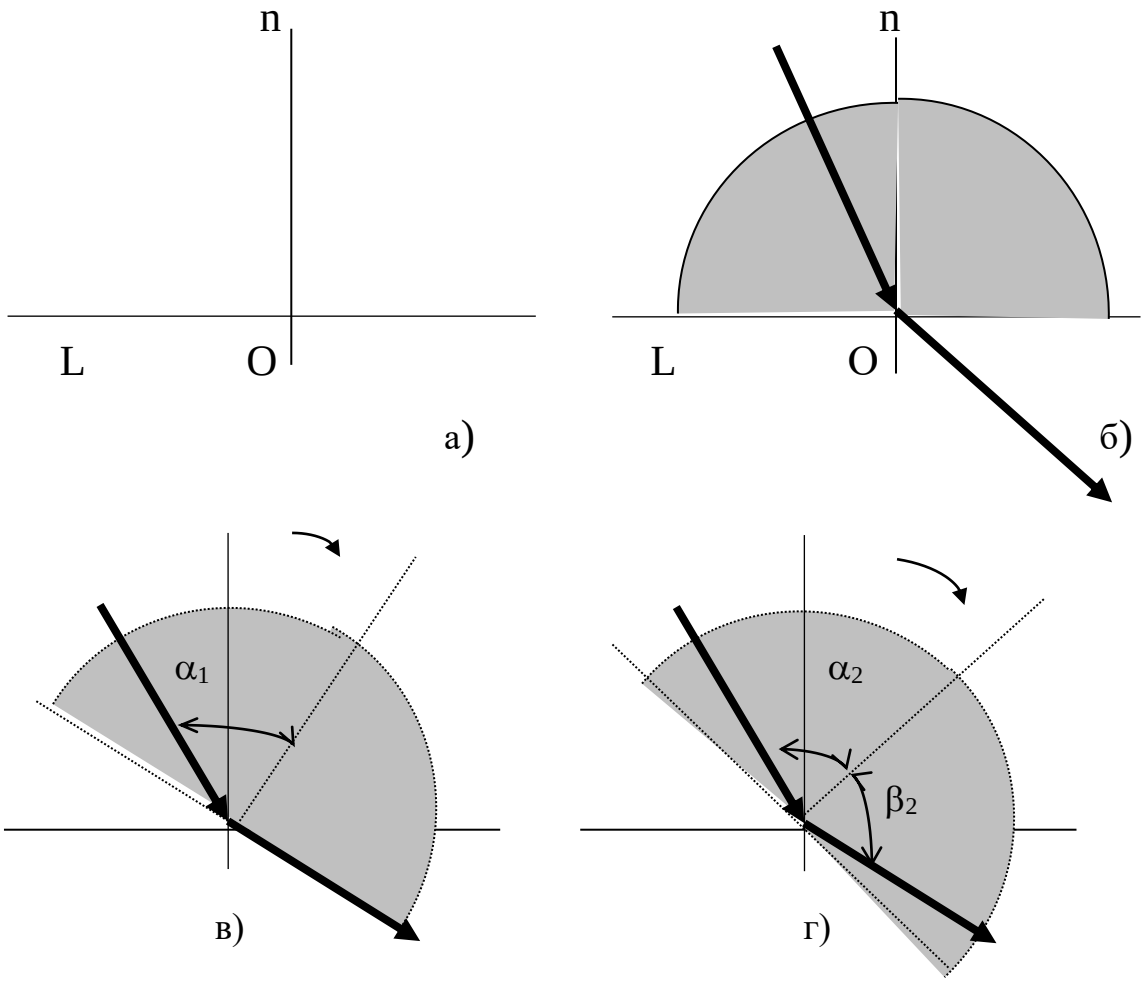


Рис. 2.6 Схема виконання лабораторної роботи "Визначення граничного кута повного відбиття у напівциліндричній лінзі"

Тепер можна прикласти лінійку до паперу так, щоб її кромка була розташована вздовж зображення у лінзі падаючого променя та провести лінію ходу заломленого променя.

Якщо ж прдовжити обертати відносно паперу із зображенням падаючого променя напівциліндричну лінзу навколо осі, що проходить через точку О, збільшуючи кут падіння α променя на лінзу, то можна досягти того моменту, коли зникне його зображення у лінзі, як заломленого променя. Це і буде кут близький до граничного кута повного відбиття. У випадку, що зображений на рис.2.6в ним буде кут падіння α_1. Отримане наближене значення буде з недостачею, його величину можна з певною точністю виміряти транспортиром.

Продовжити обертання лінзи в попередньому напрямку, доки не з’явиться відбите зображення падаючого променя (рис.2.6г). Ці значення α_2 та β_2 будуть наближено з надлишком рівні граничному куту повного внутрішнього відбиття.

Знайдемо середнє значення для кутів α_1 та α_2, яке і відповідатиме наближеному значенню граничного кута повного внутрішнього відбиття, отриманого графічним методом.

На основі аналізу отриманих результатів можна зробити висновок.

Контрольні запитання: 1) Чому зникає зображення променя при наближенні кута падіння до граничного значення? 2) Чи однакове значення граничного кута для падаючих променів різних кольорів? Відповіді перевірити дослідом.

Незвичною на перший погляд являється лабораторна робота "Побудова зображення точкового тіла у плоскопаралельній пластинці" (додаток А 4).

Проте її можна виконати, використовуючи гомоцентричний пучок променів, що дозволяє експериментально отримати зображення точки у плоскопаралельній пластинці. Можна навіть дослідити залежність значення результату від кольору вибраних для побудови променів.

Обладнання лишається те ж саме: плоскопаралельна скляна пластинка, лінійка, набір олівців.

Для виконання роботи спочатку необхідно провести на папері довільну пряму **L**, що імітує межу поділу двох середовищ, та в довільно вибраній точці цієї прямої побудувати до неї перпендикуляр **n.**

Потім треба побудувати із довільної точки S на перпендикулярі n декілька пар гомоцентричних променів (променів, що мають спільний початок) окремими кольорами. Пара променів – це достатня умова для побудови зображення точки на площині (Рис. 2.7а).

Якщо тепер плоскопаралельну пластинку коротшою із паралельних граней накласти на лінію L, то через протилежну грань пластинки можна спостерігати зображення побудованого пучка гомоцентричних променів.

Далі методично доцільним буде прикладати лінійку до паперу щоразу окремо так, щоб її ребро було спрямоване вздовж зображення кожного променя із

гомоцентричного пучка та проводити тонко застругаником олівцем лінію, що відповідає результату подвійного заломлення у пластинці (Рис.2.7б). Таке виокремлення кожного з променів дозволить коректно з достатньою точністю добудувати його видиме продовження.

Тепер можна зняти з паперу скляну пластинку та провести продовження зображення гомоцентричного пучка променів у напрямку їх точки виходу. Точка їх перетину S_i дасть уявне зображення вихідної точки S_o (Рис. 2.7в).

Легко переконатися, що кожна пара променів одного кольору із гомоцентричного пучка дасть свою точку S_i зображення S_o. Зробити висновок._Висновок може містити наступні положення:

1. Пучок гомоцентричних променів дозволяє побудувати уявне зображення точки у плоско паралельній пластинці.

2. Зображення точки зміщене в напрямку до спостерігача. (Згадаємо враження зменшення глибини водойми в описі цікавої фізики Я.Перельмана [164, с. 212]).

3. Промені різного кольору (частоти) дають різні зображення S_i вихідної точки S_o.

4. Положення зображення точки виходу гомоцентричного пучка променів залежить від його кута розбіжності.

Для закріплення матеріалу учням доречно опрацювати таке питання: чи залежить положення точки S_i від кута розбіжності гомоцентричного пучка? Перевірити дослідно.

Відомо, що при поширенні заломленого променя всередині призми під кутом до основи, який перевищує граничний для даної пари середовищ, він може зазнати повного внутрішнього відбиття. Відоме і політехнічне застосування даного явища: поворотна призма, призми перископа чи бінокля. За допомогою методів МГВАЛГО стає також можливою побудова ходу променів у поворотних призмах.

Цікаві явища на оптичних фрагментах можна спостерігати для гомоцентричних пучків променів. Існуючі навчальні програми з фізики для загальноосвітніх

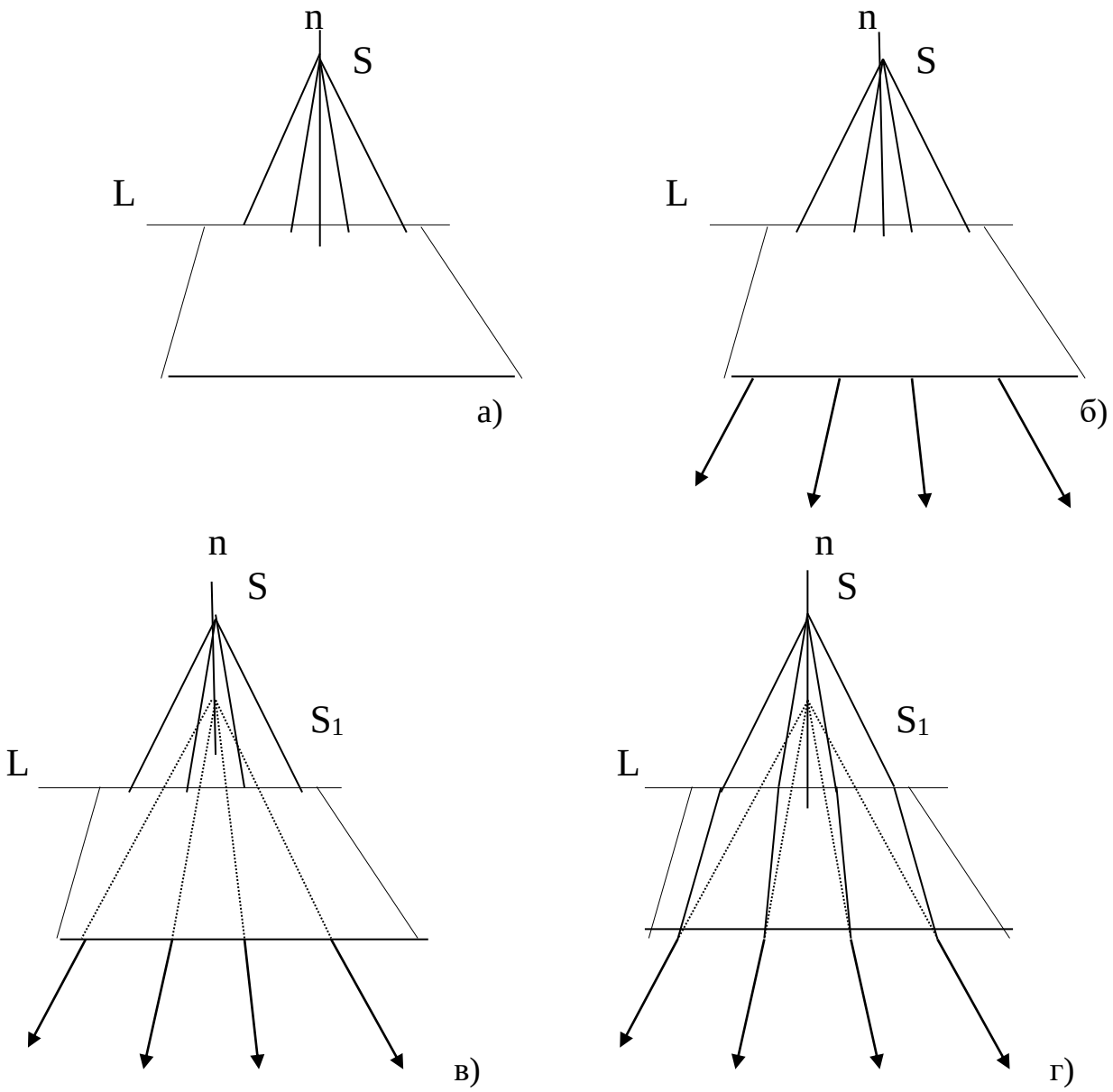


Рис.2.7. Схема виконання лабораторної роботи "Побудова зображення точкового тіла у плоскопаралельній пластинці"

шкіл не передбачають вивчення властивостей гомоцентричних пучків при розгляді оптичних явищ. Проте саме вони є в основі променевої, геометричної оптики: “Променева оптика є оптикою *гомоцентричних пучків*. Сукупність променів, які мають спільний центр збігу або розбігу” [22, с.29]. Під час проходження плоскопаралельної скляної пластинки гомоцентричність широкого пучка променів світла після заломлення дещо порушується.

Всяке спотворення ходу променів оптичними приладами пояснюють аберацією. Для плоскопаралельної пластини це явище спостерігається для гомоцентричних пучків. Оскільки найбільшого поширення в результаті своєї конструкційної простоти набули сферичні лінзи, одна з аберацій отримала назву сферичної. Проте аберація спостерігається і для променів різного кольору (тут променева оптика поєднується з хвильовою). Така аберація дістала назву хроматичної.

Для вивчання аберацій учням можна запропонувати ряд фронтальних фізичних експериментів. Застосуємо також МГВХЛГО для дослідження цього явища.

Розглянемо методику виконання лабораторної роботи "Дослідження порушень гомоцентричності пучка променів при проходженні плоскопаралельної пластинки" (додаток А 5).

Мета роботи переслідує спостереження на досліді аберації гомоцентричного пучка променів, та дослідження її від кута збіжності чи розбіжності і частоти випромінювання.

В якості обладнання, як і в попередній роботі, достатньо скористатися плоскопаралельною пластинкою, набором кольорових олівців та лінійкою.

Розпочинати роботу слід з того, що провести на чистому папері у вигляді відрізка прямої біля 5 см межу поділу двох, оптично різнорідних середовищ, та провести до неї широкий пучок гомоцентричних променів, симетричних відносно перпендикуляра до цієї межі (достатньо зобразити 3-4 промені).

Потім треба розмістити плоскопаралельну прозору пластинку короткою паралельною стороною вздовж проведеної межі та обвести олівцем протилежну грань і спостерігати через пластинку зображення гомоцентричного пучка променів.

Далі, не змінюючи положення пластинки, розмістити лінійку так, щоб її ребро співпало за напрямком із зображенням через пластинку одного із променів пучка, та провести лінію. Повторити це завдання для решти променів пучка.

Після цього можна зняти пластинку і продовжити хід побудованих поменів у зворотньому напрямку.

Ось тепер можна спостерігати точки перетину щойно проведених променів, та логічно підійти до формулювання висновоків з пропонованої лабораторної роботи.

Для учнів, які справилися з роботою раніше, та у випадку добре підготовленого класу, можна запропонувати учням в якості додаткового завдання повторити дослід для пучка променів іншого кольору і порівняти результати.

Як варіант, висновок може містити твердження про те, що гомоцентричність пучка променів порушується: чим більший кут падіння променів, тим більше розбіжності між точками перетину продовжень подвійно заломлених променів, тобто в більшій мірі порушується гомоцентричність.

У випадку кольорових променів порушення гомоцентричності зберігається.

Доцільно опрацювати додатково наступні запитання :

1. Які пучки називають гомоцентричними?

2. Чим пояснити порушення гомоцентричності після заломлення у плоскопаралельній пластинці?

Вивчення оптичних властивостей лінзи можна також здійснити за інноваційною технологією та в "кольорі".

У процесі вивчення фізики у середніх загальноосвітніх закладах учні вивчають оптичні лінзи як на першій ступені у 8-му класі, так і на другій – у 11-му. На першій ступені вони вивчають означення, основні елементи, їх характерні властивості та хід променів (основних, конструктивних) і побудову зображень у лінзах.

У спеціалізованих класах, з поглибленим вивченням фізики викладання цього матеріалу можна доповнити такими дослідами та демонстраціями, які дозволяють не лише глибше пізнати основні характеристики збиральної лінзи, а і нададуть додатковий поштовх для розвитку пізнавального інтересу учнів.

Для демонстрації принципу дії збиральної лінзи можна скористатися магнітним набором з геометричної оптики. Якщо з допомогою діапроектора направити на екран через щілину зображення синьочервоного світлофільтра, а потім перед екраном розмістити збиральну лінзу, то на екрані незаперечно з’являється змі-

щення фокусу від світлої смужки, яка співпадає з головною оптичною віссю, вбік до червоного кольору. З цієї демонстрації легко зробити висновок, що одна і та ж лінза по різному заломлює світлові промені різного кольору, тобто спостерігати явище дисперсії світла для випромінювання променів різної частоти. Після цього учням можна запропонувати фронтальну лабораторну роботу по визначенню фокусної відстані збиральної лінзи із самостійним вибором мети. Якщо учень має середній, репродуктивний рівень компетентності, то мету та саме виконання роботи він може здійснити лише з допомогою вчителя. Як правило, спеціалізовані класи таких учнів не мають. При достатньому, конструктивно-варіантному рівні компетентності, учень добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу при відповіді на контрольні запитання. Маючи високий або творчий рівень компетентності, учень може не лише самостійно сформулювати мету про визначення фокусної відстані та оптичної сили лінзи на основі теми роботи, а і під час виконання роботи з'ясувати та зробити висновок, що фокусна відстань збиральної лінзи залежить і від кольору (частоти) променя (хроматична аберація), та від кривизни заломлюючої поверхні лінзи (сферична аберація).

Можна дослідити також залежність головних оптичних властивостей лінзи (оптичної сили та фокусної відстані), апле для цього треба мати дві абсолютно однакові лінзи, але виготовлені із матеріалу з різними оптичними властивостями (наприклад, наливна лінза, яка потім буде наповнюватись різними за оптичними властивостями рідинами).

Розглянемо методику виконання лабораторної роботи "Визначення фокусної відстані та оптичної сили збиральної лінзи" (додаток А 6).

За мету роботи роботи учні можуть вибрати завдання експериментально визначити фокусну відстань збиральної лінзи та встановити залежність величини фокусної відстані від кольору променів і оцінити вплив кривизни поверхні на результати досліду.

В якості обладнання достатньо взяти фрагмент лінзи від набору із геометричної оптики, лінійку та набір кольорових олівців.

Робота по визначенню фокусної відстані та оптичної сили збиральної лінзи полягає у вимірюванні відстані від оптичного центру до точки перетину пучка паралельних променів. В елементі лінзи із набору з геометричної оптики, що має симетричну форму, оптичний центр співпадає із геометричним. В інших випадках оптичний центр може бути визначений експериментально, за означенням, як точка лінзи, що не змінює напрямку поширення променя.

Напочатку, на чистому аркуші паперу проводимо пряму, що означає головну оптичну вісь (ГОВ) та позначаємо на ній оптичний центр лінзи O (рис. 2.8а).

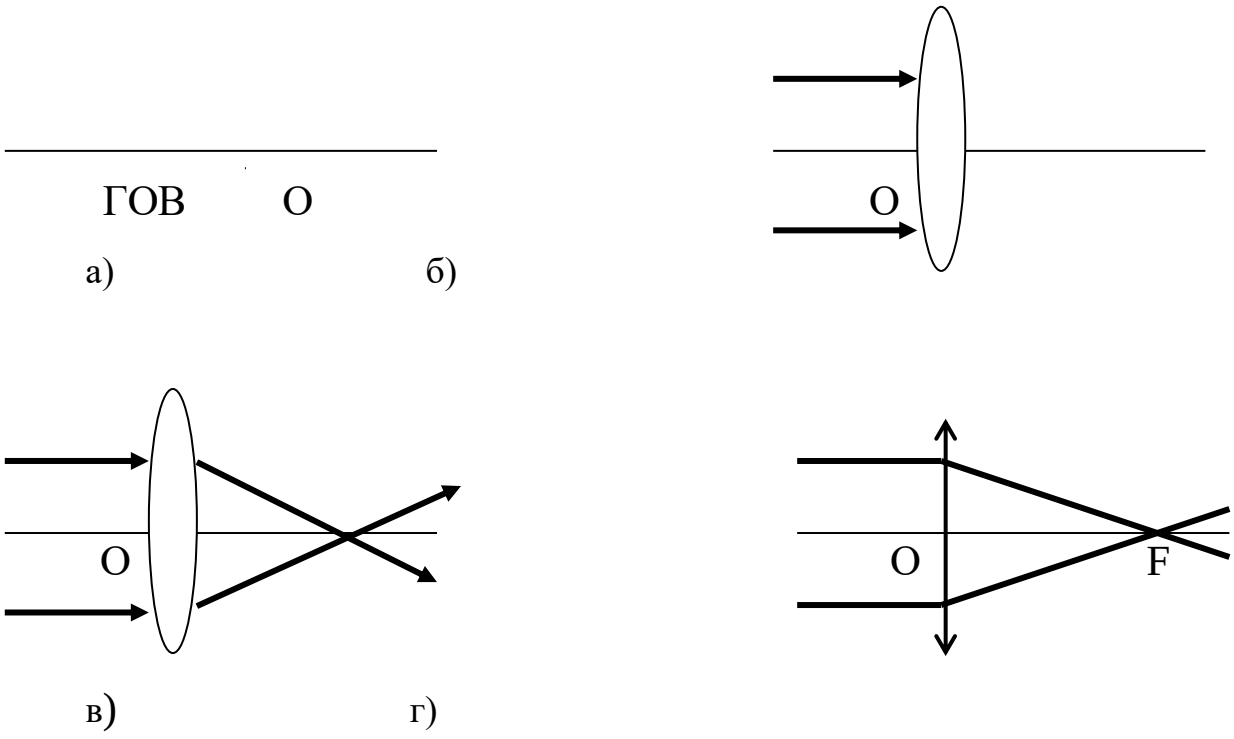


Рис. 2.8 Схема виконання лабораторної роботи "Визначення фокусної відстані та оптичної сили збиральної лінзи".

Далі розміщуємо елемент лінзи симетрично до ГОВ так, щоб вона була перпендикулярна до сферичних поверхонь лінзи, та обводимо лінзу простим олівцем. Після цього на одну із сферичних поверхонь лінзи спрямувати пучок паралельних прямих (рис. 2.8б). Достатньо провести два такі відрізки, довжина яких має бути менша очікуваної величини фокусної відстані. В противному випадку прямолінійність їх зображення буде порушена, що призведе до зниження точності результатів роботи.

Потім ми розташовуємо лінійку по інший бік лінзи так, щоб її кромка співпадала із зображенням у лінзі кожної лінії із пучка та будуємо їх зображення (рис. 2.8в).

Точка перетину зображень падаючих променів і буде шуканим фокусом **F** (рис. 2.8г).

Вимірявши відстань від оптичного центру лінзи до точки перетину зображень у лінзі пучка відрізків прямих із головної оптичною віссю, отримаємо величину, що і буде відповідати фокусній відстані лінзи.

Якщо повторити роботу, виконавши побудову пучка відрізків прямих різними кольорами, то можна зробити висновок стосовно залежності величини фокусної відстані сферичної лінзи від кольору променя, а отже і його частоти. Доцільно також перевірити вплив на результат роботи розміщення падаючих променів відносно заломлюючої поверхні лінзи.

Якість та глибину розуміння засвоєного матеріалу учні можуть перевірити на таких запитаннях :

1. Яку лінзу застосовують у конструкції лупи? Яке зображення дає лупа?

2. При яких вадах зору в окулярах застосовують збиральні лінзи?

3. Чому для чіткого зображення всього поля зору (край і центр) лупу доводиться переміщувати, змінюючи відстань до предмета?

Аналогічна робота, виконана на фрагменті сферичного дзеркала доводить, що хроматичної аберації дзеркало не має. Це один із показників, що дозволяють успішно застосовувати сферичні дзеркала у будові потужних телескопів. Для позбавлення ж сферичної аберації, дзеркала потужних телескопів роблять не сферичними, а параболічними.

Можна провести окрему лабораторну роботу по спостереженню сферичної та хроматичної аберацій в лінзах (додаток А. 7). Мета роботи полягає у дослідженні залежності заломлюваної здатності лінз на різних відстанях від головної оптичної осі та від частоти падаючого випромінювання. Робота виконується на фрагменті розсіювальної лінзи із застосуванням інноваційної технології методом графічної візуалізації ахроматичних ліній у геометричній оптиці (МГВАЛГО).

Для цього необхідно провести пряму лінію **L**, що імітуватиме головну оптичну вісь (ГОВ) лінзи та вибрати на ній довільну точку **O**, що відповідатиме положенню оптичного центра лінзи (рис. 2.9а).

Після цього накласти фрагмент лінзи на папір так, щоб співпали точка О з оптичним центром, а L – з ГОВ (рис. 2. 9б).

Тепер лінзу можна зняти з аркуша (для зручності виконання наступних побудов), та провести два коротких відрізка паралельно L, бажано по один бік від ГОВ так, щоб вони лише доходили до заломлюючої поверхні лінзи (Рис. 2.9в).

Довжина цих відрізків не повинна перевищувати фокусну відстань доної лінзи. В противному випадку зображення у лінзі кінця відрізка буде нечітким, розмитим.

Якщо тепер повторно накласти лінзу на своє зображення та спостерігати з протилежного боку лінзи зображення відрізків L_1 та L_2 , то легко переконатись, що вони (зображення відрізків) перетнуть ГОВ не в одній точці, тобто окремо розділені положення фокусів F_1 та F_2 (рис. 2.9г) наочно підтверджують факт існування сферичної аберації у розсіювальної лінзи.

Аналогічно можна виконати роботу для перевірки наявності хроматичної аберації у лінзах, але для цього відрізки L_1 та L_2 виконують різними кольорами (наприклад червоним та синім) і розміщують симетрично відносно ГОВ, аби виключити прояв уже дослідженого явища сферичної аберації.

Розглянемо це ж саме явище на прикладі з фрагментом збиральної лінзи. (рис. 2.9д, е).

З рисунка 2.9д видно, що два різнокольорові промені: червоний $L_{1ч}$ та синій $L_{2\ с}$, що проходять однаковий шлях через лінзу, заломлюються порізному (два різних фокуси $F_с$ та $F_ч$).Для усунення цього небажаного явища в оптиці, як відомо, застосовують системи лінз, що ускладнює будову оптичних приладів, та збільшує втрати світла через багаторазове відбивання.

В астрономії телескопи - рефрактори частіше замінюють на рефлектори. Як відомо, сферичні дзеркала позбавлені хроматичної аберації, тоді як сферичну

.

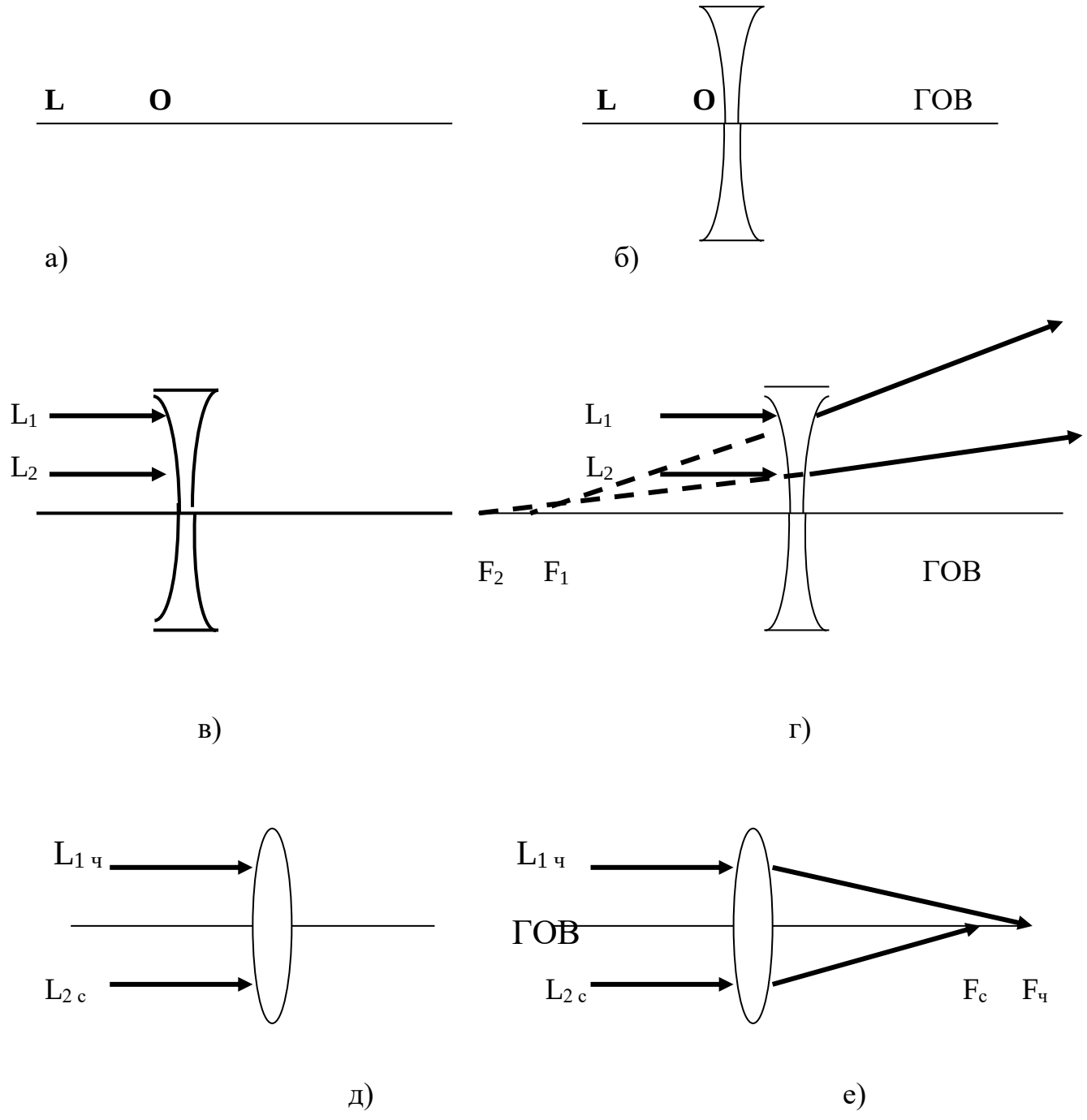


Рис. 2.9. Схема виконання роботи по дослідженню хроматичної та сферичної аберацій у лінзах

аберацію усувають застосуванням параболічних дзеркал. Відповідну інформацію можна запропонувати у вигляді контрольних запитань В кінці роботи учні мо-

жуть перевірити глибину засвоєння вивченого матеріалу, опрацювавши наступні запитання:

1. Як в оптичних приладах усувають сферичну та хроматичну аберації?

2.Чи позбавлені аберацій сферичні дзеркала?

3.Як в астрономічних приладах найбільш доцільно усувати аберації?

Всі досліди з геометричної оптики, які ми пропонували провести з допомогою плоскопаралельної скляної пластинки, різних призм, елементів лінз можна з успіхом виконати, користуючись лише елементом напівциліндричної лінзи.

Зокрема для **визначення показника заломлення** у склі напівциліндричної лінзи (додаток А.8) у цьому випадку потрібно для початку, як завжди, провести відрізок прямої **L**- межу поділу двох середовищ, та перпендикуляр **n** до неї в точку **0** посередині межі.

Далі опускаємо в точку 0 під довільними кутами два падаючих променя у вигляді ліній різного кольору (наприклад: червоного – **ч**, та фіолетового - **ф**) (рис. 2.10а).

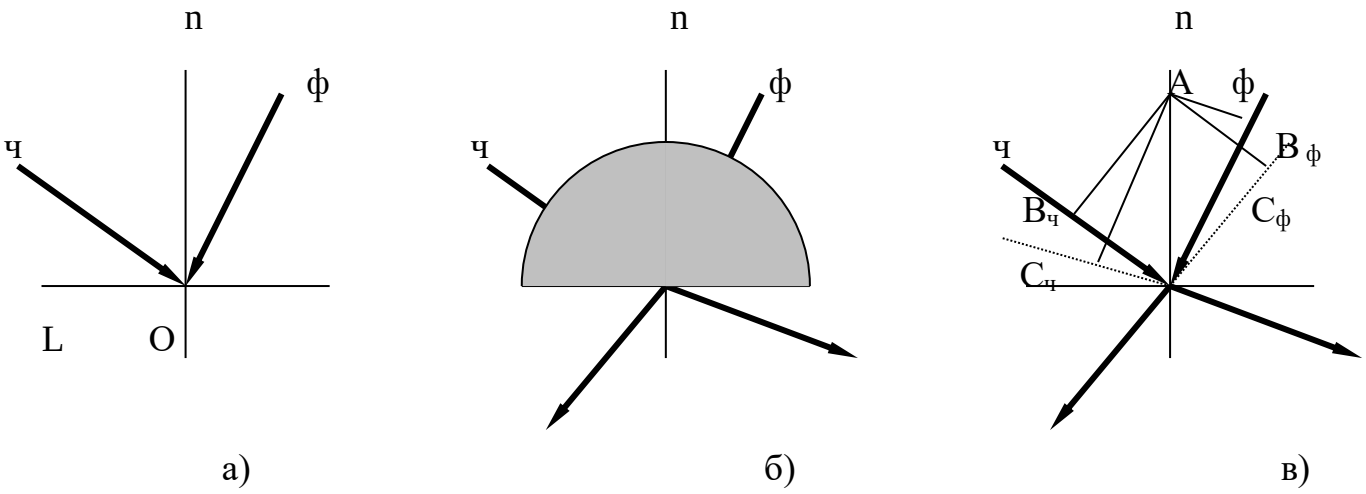


Рис. 2.10. Визначення показника заломлення у склі напівциліндричної лінзи

Накладаємо на підготовлений рисунок напівциліндр діаметром по межі, так, щоб його центр співпав з перетином перпендикуляра та променів. Спостерігаємо через лінзу зображення проведених променів (рис. 2.10б).

Якщо тепер прикласти лінійку так, щоб її кромка співпадала із зображенням у лінзі падаючих променів, то можна провести заломлений промінь аж до його продовження у попереднє середовище.

Далі з довільної точки А на перпендикулярі до межі середовищ опустити перпендикуляри на падаючі промені та їх продовження (рис. 2.10в).

Тепер можна обчислити відношення довжин перпендикулярів до падаючого променя та продовження його заломленого зображення як показник заломлення світла у склі напівциліндричної лінзи та зробити висновок на основі отриманих результатів. Залежно від того, як буде розташована напівциліндрична лінза на рис. 2.10б (вище чи нижче межі **L**), матимемо різний за характером результат заломлення: до чи від перпендикуляра. Але закономірність виконання додаткових побудов лишається попередньою.

Перевага цього способу визначення показника заломлення перед роботою із плоскопаралельною пластинкою пполягає у меншій кількості побудов (немає потреби шукати точку виходу променя із пластини), а значить підвищується точність результату.

Перевірити якість засвоєння матеріалу учні можуть на такому питанні: Чому на межі сферичної поверхні лінзи радіальний промінь не заломлюється?

Для випадку спостереження **сферичної та хроматичної аберацій** на напівцилідричній лінзі (див. додаток А.9) технологічна послідовність виконання експериментальних операцій складатиме таку послідовність:

1. На чистому аркуші обвести напівциліндр та провести його головну оптичну вісь. Це буде пряма, перпендикулярна до середини діаметра побудованого пікола – контура півкруга (основи напівциліндричної лінзи).

2. Спрямувати на плоску грань, перпендикулярно до її поверхні кілька променів різного кольору, причому так, щоб промені різного кольору були рівновіддалені від головної оптичної осі.

3. Побудувати заломлений промінь для кожного випадку та зробити висновок стосовно характеру їх заломлення.

Причому про хроматичну аберацію треба судити по характеру заломлення різнокольорових променів, симетрично розташованих відносно головної оптичної осі (ГОВ) лінзи, а для дослідження сферичної аберації промені мають бути монохроматичні та паралельні до ГОВ, але рівновіддалені від неї.

Перевірити якість засвоєння матеріалу учні можуть на такому питанні: Яке явище заважає спостерігати заломлені промені, що падають на лінзу віддалено від головної оптичної осі?

Описані роботи по дослідженню головних оптичних властивостей (показник заломлення матеріалу, фокусна відстань, оптична сила, різновиди аберацій) основних елементів оптичних систем (призм, різновидів лінз) переконливо доводять, що розроблений нами метод графічної візуалізації хроматичних та ахроматичних ліній у геометричній оптиці, як частинному випадку хвильової, дозволяє успішно справлятися із наведеними завданнями.

2.4. Експериментальне пояснення та перевірка учнями описових елементів цікавої фізики з науково-популярної літератури як дидактичний засіб формування пізнавального інтересу до вивчення фізики

Використання елементів цікавої фізики у змісті вивчення оптики обмежене рамками навчального часу і можливостями аппелювання лише до уяви та фантазії школярів (матеріал з вивчення оптичних явищ подається майже виключно у описовій формі!). Такий стан речей можна пояснити, у переважній більшості випадків, тільки відсутністю засобів та розробленої методики унаочнення поданого описового матеріалу в існуючих літературних джерелах (п.1.3) . Тому, як правило, елементи цікавої фізики традиційна методика пропонує використовувати для індивідуального позакласного читання, позакласній роботі, навчальних телепередачах і т.п.

Нові можливості фронтального фізичного експерименту з оптики, про які велася мова у п.2.3, дозволяють продуктивно поєднувати описові художні елементи цікавої фізики (як постановка навчальної пізнавальної проблеми), з іннова-

ційним фронтальним фізичним експериментом (експериментальне пояснення і перевірка описання елементів цікавої фізики).

Наведемо приклади-епізоди такої, дещо незвичної, постановки навчальної пізнавальної проблеми у формі художнього читання вчителем або учнем, як перед класом на уроці, так і на занятті фізичного гуртка. Емоційно-забарвлене художнє читання, «образне бачення» і коментарі вчителя забезпечують перший етап загальної методики формування пізнавального інтересу до вивчення фізики:

ЕІ (З) → Ц → Д → ПІ

Важливо, щоб емоція інтересу вчителя і учнів супроводжувалася також іншими емоціями, своєрідним «емоційним фоном», який може забезпечувати, наприклад ретельно підібраний до художнього читання звуковий ряд з музичних творів. Цим самим забезпечується необхідність в емоційних переживаннях, що характерна для емоційно-чутливих обдарованих дітей контингенту шкіл-ліцеїв, їх «емоційне зараження».

При цьому дуже важливими стають комунікативні технології і вміння вчителя встановлювати емоційний контакт між педагогом і учнями, описані в літературі з педагогічної майстерності [155]. Такий контакт посилюватиметься від стану спільного мислення вчителя і учнів до емоційного спільного переживання і далі – до стану спільної дії.

Стан спільного мислення між вчителем і учнями досягається за умови, коли учні активно сприймають слова вчителя, міркують разом з ним, рефлексують на своїх переживаннях і емоціях, зокрема емоції інтересу, почуття цікавості разом з ним, погоджуються з ним, приймають його тези, аргументи і висновки. Встановлення між вчителем і учнями **стану емоційного співпереживання** досягається викликанням емоційного співчуття тому, про що говорить педагог, та зворотним емоційним стимулюванням аудиторією вчителя. **Стан спільної дії** між педагогом і учнями є результатом спільного мислення і емоційного співпереживання, і досягається у викликанні відповідного стану в учнів,відповідної дії. Такою відповідною дією, вчинком учнів, як результатом емоційного співмислення і

співпереживання і стає обговорення, планування і проведення фронтального фізичного експерименту з пояснення і перевірки елементів цікавої фізики.

Епізод №1. "Зелений промінь" (дисперсія світла).

Розповідь про зелений промінь краще попередньо підготувати спільними з учнями спогадами про спостереження заходу Сонця на поверхні великої водойми, моря. Досягнуте образне бачення заходу небесного світила доповнює і поглиблює його опис з «Цікавої фізики».

“Чи спостерігали ви коли-небудь Сонце, що заходить за горизонт моря? Так, без сумніву. Чи прослідкували ви за ним до того момету, коли верхній край його диску торкається лінії горизонту, а потім зникає? Ймовірно, що так. Але чи помітили ви явище, що виникає в той момент, коли променисте світило кидає останній свій промінь, якщо при цьому небо вільне від хмар і зовсім прозоре? Напевно, що ні. Не пропускайте ж нагоди провести подібне спостереження: в ваше око ударить не червоний промінь, а зелений, дивовижного зеленого кольору, такого, якого жодний художник не отримає на своїй палітрі і якого не відтворить сама природа ні в різноманітних відтінках рослинності, ні в кольорі самого прозорого моря” – так цитує Я.І.Перельман відомий роман Жюля Верна про юну шотландку, яка відправляється у мандрівку з єдиною метою, щоб на власні очі побачити зелений промінь. Таємницю “зеленого кольору” описано астрономами. Саме про астрономічну точку зору можна дізнатися із чудової книги іншого автора - М. Міннарта “Світло і колір у природі”.

Як же отримати “зелений промінь”? Звернемось знову до тієї описової частини “Цікавої фізики” Я.І.Перельмана, яку після постановки проблеми "зеленого променя" за експериментальною методикою на уроці в 11 класі під час вивчення дисперсії світла, ми пропонуємо дослівно процитувати, зберігаючи стиль автора [163, с.161]:

“Чому з’являється “зелений промінь”? Ви зрозумієте причину явища, якщо згадаєте, в якому вигляді видаються вам предмети коли ви дивитесь на них через скляну призму. Проведіть такий дослід: тримайте призму горизонтально перед оком широкою стороною вниз і розглядайте через неї аркуш паперу, закріплений

до стінки. Ви помітили, що аркуш, по-перше, піднявся значно вище свого дійсного положення, а по-друге, має зверху фіолетово-синю кайму, внизу – жовто-червону. Підняття залежить від заломлення світла кольорової смужки – від **дисперсії** світла, тобто властивості скла по різному заломлювати промені різного кольору. Фіолетові і сині кольори заломлюються сильніше, тому ми бачимо зверху фіолетово-синю смужку; червоні заломлюються значно слабше і тому нижній край нашого паперового аркушу має червону кайму.

Для кращого розуміння подальшого необхідно зупинитися на походженні цих кольорових смужок. Призма розкладає біле світло, що виходить від паперу на всі кольори спектру, даючи множину кольорових зображень паперового аркушу, частково накладаючись одне не одне по порядку заломлюванності. Від одночасної дії цих накладених одне на інше кольорове зображення око отримує відчуття білого кольору (додавання спектральних кольорів), проте зверху і знизу виступають смужки кольорів, які не змішуються.

Відомий поет Гете, який проробив цей дослід і не зрозумів його суті, уявив, що він розвінчав таким чином помилковість вчення Ньютона про кольори, і написав потім власну “Науку про кольори”, яка повністю основана на помилкових уявленнях. Читач, треба думати, не повторить помилки великого поета і не буде чекати, що призма перефарбує для нього всі предмети“.

Описаний нами новий підхід до вивчення дисперсії [70] дозволяє продемон-струвати залежність показника заломлення світлового променя від його кольору (частоти) на прикладі вузького пучка, який зображається кількома лініями основних спектральних кольорів. І, до речі, не на прикладі порівняння атмосферного явища "зеленого променя" і спостереження дисперсії за допомогою тригранної призми (останнє ще вимагає окремого обгрунтування правомірності такої аналогії), а за допомогою спостереження і дослідження дисперсії у *плоскопаралельній пластинці* (рис. 2. 11)

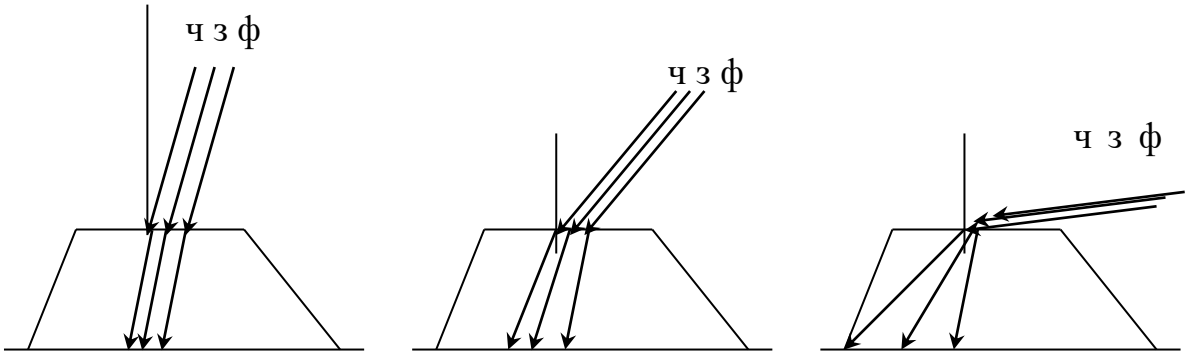


Рис.2.11. До пояснення явища “зеленого променя”

Адже шар атмосферного повітря між спостерігачем і Сонцем з набагато більшою достовірністю можна змоделювати як пластину у відповідному масштабі. Останніми в око нерухомого спостерігача будуть попадати з вузького світлового променя диску заходячого Сонця лінії короткохвильової частини спектра (вони заломлюються найбільше).

У нашому дослідному підтвердженні вузький світловий промінь, представлений як сума основних спектральних хроматичних ліній, по різному для кожної лінії буде проходити плоскопаралельну пластинку. Побудову зображення проходження кольорових променів як останнього променя заходячого Сонця через плоскопаралельну пластинку учні виконують за допомогою технології, що грунтується на МГВХЛГО та описаної у п.2.3. Найбільше заломляться, а отже останніми і попадуть в око нерухомого спостерігача зелений та фіолетовий промені (на нашому рисунку вони зображені у вигляді ліній).

Та відомо, за поясненням Я.І.Перельмана, що фіолетові промені розсіюються атмосферою Землі, а блакитні, зелені та жовті при накладанні і дають такий насичений “зелений промінь”, і який неодноразово відтворювали у своїх картинах знамениті художники.

Епізод №2. "Недосвідчені купальщики" (заломлення світла у воді).

“Недосвідчені купальщики, - пише Я.І.Перельман, - нерідко піддаються великій небезпеці лише тому, що забувають про один цікавий наслідок закону заломлення світла: вони не знають, що заломлення начебто піднімає всі занурені у

воду предмети вище істинного їх положення. Дію будь якої водойми видається окові *піднятим* майже на третину глибини, покладаючись на цю оманливу мілину, люди нерідко потрапляють в небезпечне становище. Особливо важливо це знати дітям і взагалі людям невисокого зросту, для яких помилка у визначенні глибини може виявитися фатальною" [164, с. 212].

Таким чином відзначимо, що вивчення явища, описаного відомим популяризатором фізичних знань Я.І.Перельманом, переслідує не лише дидактичну мету, а має також і важливу роль в охороні життя і здоров'я.

До цього цікавого матеріалу ми звертаємося на уроці під час вивчення ходу променя у плоско-паралельній пластинці. Ставимо проблему, що дещо виходить за зміст матеріалу підручника: "Чи можна побудувати зображення точки у плоскопаралельній пластинці?" (Ми вважаємо, що даний матеріал має досить значне практичне значення у житті кожної людини і його розгляд логічно і органічно доповнить систему основних побудов у шкільному курсі геометричної оптики).

Питання звучить парадоксально, адже більшість учнів щодо плоскопаралельної пластинки роблять висновок, що вона лише зміщує хід оптичного променя а отже і лише зміщує зображення. Саме такий частковий і далеко не повний висновок стосовно зображення у плоско-паралельній пластинці і пропонує традиційна методика при виконанні лабораторної роботи з визначення коефіцієнта заломлення скла на прикладі плоско-паралельної пластинки (11 клас) [41, та ін.]. Відомо, що для побудови зображення точки потрібні принаймні два промені, які перетинаються, а також те, що пластина з плоскопаралельними гранями в результаті подвійного заломлення зміщує промінь паралельно самому собі. То чи будуть промені, що пройшли через таку пластину перетинатися? Так. Просто треба для цього обрати гомоцентричні промені від обраної точки, яка джерела. Гомоцентричний пучок дає уявне зображення обраної точки, як це описано нами вище (п.2.3).

Завдання вчителя на уроці полягає в тому, щоб методично правильно обгрунтувати обрання моделі розв'язку поставленої проблеми (товщу води, що відокремлює точку дна водойми, змоделювати як плоскопапалельну скляну плас-

тинку). Провівши фронтально на фізичному досліді побудову зображення точки у плоскопаралельній скляній пластинці за допомогою гомоцентричного пучка (див. п.2.3) , учні **прямим вимірюванням** визначають уявне її зміщення вгору. Результати фізичного експерименту, проведеного учнями, показують з достатньою точністю, що таке зміщення для скляної плоскопаралельної пластинки дійсно становить теж одну третину від її реальної товщини.

"Чому результати для скла і води фактично співпадають?" - уточнюється у проблемній формі разом з учнями по закінченню експерименту у процесі формулювання висновків. Учні приходять до висновку, що даний результат пояснюється відносно незначною відмінністю оптичних показників заломлення для води і скла.

Використана нами технологія графічної візуалізації ліній для дослідження ходу променів у різних оптичних пристроях дозволяє безпосередньо на уроці фізики в середній школі спостерігати зображення окремих ліній і виконувати побудову зображень. Зокрема, побудова зображення точки за допомогою гомоцентричного пучка в скляній плоскопаралельній пластинці та знаходження зміщення уявного зображення, як показали результати проведеного нами експериментального навчання, потребує не більше 12-15 хвилин.

Епізод №3. "Невидима булавка" **(повне відбиття у воді).**

Інша розповідь Я.І.Перельмана "Невидима булавка" грунтується на явищі повного внутрішнього відбивання [164, с. 214].

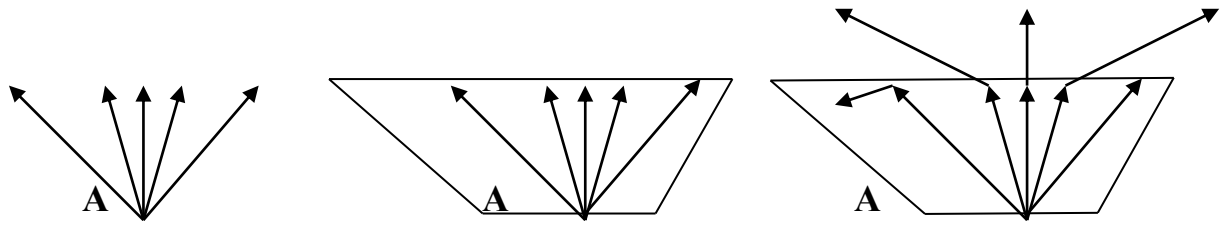
За допомогою трьох послідовних малюнків описово-ілюстративного змісту автор нагадує у чому полягає фізична сутність явища. Після демонстрації явища перед аудиторією, експериментальну перевірку поданих ілюстрацій ми пропонуємо провести учням самостійно за допомогою спостереження явища повного внутрішнього відбивання за допомогою напівциліндричної лінзи (описаного вище у п.2.3). Невидиму булавку буде моделювати лінія на папері.

Далі у процесі художнього читання, експресивно-емоційного за формою, відтворюється повністю повідомлення за текстом "Цікавої фізики".

Методично доцільним буде поетапно розвивати вчителю цікаве за формою дослідження, ставлячи учням та логічно наголошуючи проблемні запитання, які поставив Я.Перельман. Але що ж **буває,** що падаючий промінь, ковзаючи по поверхні води, падає на водну поверхню майже під прямим кутом до перпедикуляру? Він вступає у воду під кутом, меншим за прямий, а саме під кутом всього у 48,5°. Під більшим кутом до перпендикуляра, ніж 48,5°, промінь вступити до води не може; це для води "граничний" кут… Падаючі на воду промені під різними кутами, стискуються під водою у досить тісний конус з кутом охоплення 48,5° + 48,5° = 97°. Простежимо тепер за ходом променів, що йдуть зворотньо – *з води у повітря* (рис.118). За законами оптики, шляхи будуть такими ж самими, і всі промені, що містяться у згаданому 97-градусному конусі, вийдуть у повітря під різними кутами, розташовуючись в всьому 180-градусному просторі над водою.

Але куди ж подінеться **підводний промінь**, що знаходиться поза згаданим конусом? Виявляється, він не вийде зовсім з води, а відіб'ється повністю від її поверхні, як від дзеркала.

Розповідь автора "Цікавої фізики" пропонується учням перевірити за допомогою фізичного експерименту, що проводиться у фронтальній формі. Експеримент з водою знову моделюється за допомогою плоскопаралельної скляної пластинки (див. рис.2.12).



а) б) в)

Рис.2.12. Схема дослідження "конуса зору" під водою на скляній моделі (плоскопаралельній скляній пластинці)

Але тепер початковими умовами стають задані промені, які виходять з плоскопаралельної пластинки (на практиці це досягається тим, що графічне зображення гомоцентричного пучка променів з ока спостерігача на папері накривається скляною пластинкою). Крайні промені обираються так, щоб вони виходили за умовний конус з розмахом у 48,5^{o} , скажімо у 60° . Саме ці крайні промені, як переконуються учні на досліді самостійно, спостерігати через плоско-паралельну скляну пластинку неможливо. Відзначимо, що при поданні матеріалу за принципами **задачного підходу**, постановка такого фізичного експерименту є за сутнісною характеристикою оберненою задачею до експерименту побудови зображення точки в плоскопаралельній пластинці за допомогою гомоцентричного пучка (див. 2.3). Дослідну перевірку величини кута при вершині перерізу умовного конуса краще проводити у формі фронтального короткотривалого експерименту. Досвід, набутий у ході педагогічного експерименту свідчить, що загальний час на фронтальний експеримент може не перевищувати 15 хвилин. Слід зазначити, що плоско-паралельну пластинку більш доцільно розташовувати матовою поверхнею до аркушу паперу, а самі лінії позначати достатньо чіткими лініями. Це дозволить краще проводити спостереження.

Цікавим прикладом міжпредметного зв'язку фізики з біологією є прикладне пояснення кольору риб з фізичної точки зору, що може бути покладено у основу якісної фізичної задачі. “Якби риби вивчали фізику, - пише Перельман Я. І. [163, с. 216], то найголовнішим розділом оптики було б для них вчення про “внутрішнє відбиття”, так як у підводному світі воно відіграє найголовнішу роль.

Адже у зв'язку з особливостями підводного зору знаходиться, можливо, і та обставина, що багато риб мають сріблясте забарвлення. На думку зоологів, це є результатом пристосування риб до кольору водної поверхні, що простирається над ними: під час спостереження *знизу* поверхня води, як ми знаємо, здається дзеркальною – внаслідок "повного відбиття"; а на такому фоні срібно-забарвлені риби залишаються непоміченими для водяних хижаків, які на них полюють.

Звичайно, що всі матеріали "Цікавої фізики" розглянути на уроках фізики у середній школі, і зокрема, багатопрофільному ліцеї, просто неможливо через об-

меження у навчальному часі. Проте описана нами методика включення у навчальний процес епізодів цікавої фізики дозволяє не тільки на рівні опису та демонстрації фізичного явища збуджувати пізнавальний інтерес учнів, а й за допомогою простих і послідовних та технологічно наочних фізичних експериментів його розвивати і закріплювати. Останнє знайшло своє підтвердження в тому, що більшість учнів в експериментальних класах "відкрили" для себе книги Я.І.Перельмана з цікавої фізики, і стали їх активними читачами в позаурочний час. Адже, як це було показано раніше, читання додаткової та науково-популярної літератури з предмета більшістю дослідників вважається одним із важливих показників зформованості пізнавального інтересу в учнів.

2.5. Розв'язування і складання фізичних задач як дидактичний засіб формування пізнавального інтересу

Як показує дослідження роботи вчителів фізики у спеціалізованих класах, профіль яких не пов’язаний з природничо-математичним нахилом, а також у гімназіях та класах гуманітарного профілю, в учнів виникають суттєві труднощі під час розв’язування задач з фізики. Загальновідомо, що саме застосування фізичних знань у формуванні вмінь розв’язування задач робить ці знання міцними, допомогає їх систематизувати на рівні понять.

Та зменшена, згідно навчального плану, кількість годин, і переважно далеко не аналітичне мислення учнів таких класів, значно ускладнює навчання, що може призвести до зниження рівня якості знань з такого важливого предмету як фізика.

Конструювання навчального процесу в сучасній методиці викладання фізики розглядається з двох боків: “навчання через інформацію” та “навчання через діяльність”. Особливу роль надається активним формам та методам навчання або технологіям інтенсивного навчання, які спираються не лише на творче, продуктивне мислення [2, с.56].

Під технологією навчання у загальному випадку ми розуміємо послідовну сукупність процесів, правил, навичок, які спрямовані на досягнення певного кін-

цевого результату. Технології називаються інтенсивними, якщо в них суттєво змінюються і роль навчаючого (замість ролі інформатора - роль менеджера), і роль тих, кого цікавить (замість об'єкту дії - суб'єкт взаємодії), і роль інформації (інформація не мета, а засіб для засвоєння дій та операцій діяльності). До таких можна віднести ділові та ситуаційні ігри (інтерактивні методи), розвиваюче навчання, створення проблемних ситуацій, широкий набір методів (аналогій, мозкової атаки, конкретних питань тощо) та алгоритмів розв'язування задач.

Доречно в зв'язку з цим підкреслити, що ефективність технології навчання залежить не тільки від професійної компетентності та педагогічної майстерності вчителя, прийнятих форм та методів, але і, звичайно ж, від засобів навчання.

Враховуючи вище сказане, ми пропонуємо використовувати в багатопрофільних школах-ліцеях гуманітарного напрямку модифіковану нами технологію розвиваючого навчання при розв'язуванні задач з фізики.

З оволодіванням систематичного курсу фізики за середню школу (з 9 класу) пропонуємо учням як засіб навчання, алгоритм розв'язання типових задач з фізики. Алгоритм (додаток Б) доповнюється набором таблиць від найпростішої, "Початкові відомості", систематизованої за фізичними величинами та поняттями в порядку їх вивчення з детальним доповненням символами умовного позначення та одиницями вимірювання, і призначеної для учнів, які щойно почали вивчати фізику, або слабо володіють фактичним матеріалом, до структурно-логічної схеми "Фізика атома та ядра". Ці таблиці (додатки В – М) побудовані таким чином, що рівень детальної систематизації знижується, а, отже, такий підхід є розвиваючим. Вони є тією опорою при самостійній роботі учня над формуванням успішних навичок розв'язування задач, яка допоможе йому оволодіти міцними знаннями. Саме успішність учнів у розв'язуванні і складанні задач дозволяє отримувати їм позитивні емоції, які супроводжують емоцію інтересу.

Розглянемо запропоновану нами технологію на конкретному прикладі.

Приклад 1. Задача. На скільки зменшиться вага автомобіля у найвищій точці опуклого мосту, якщо радіус кривизни мосту 100 м, маса автомобіля 2000 кг,

швидкість його руху 60 км/год? [96, с.99]. Під час розв'язування задачі використаємо "Алгоритм розв'язування задач з фізики" (див. додаток Б).

Після уважного прочитання умови задачі побудуємо фізичну модель реального процесу [72, с.78]: тіло масою m проходить зі швидкістю υ найвищу точку кругової траєкторії радіуса r, яка розміщена у вертикальній площині. Необхідно визначити, на скільки зменшиться сила тиску на опору у найвищій точці траєкторії.

Виконаємо рисунок, що за свою сутністю є графічною моделлю задачної ситуації та позначаємо сили, що діють на тіло.

Далі записують задачу у скороченому вигляді за допомогою умовних символів і позначень.

Дано:	СІ
m = 2000 кг	
r = 100 м	
υ = 60 км/год	16,7 м/с
ΔP - ?	

$g \approx 10$ м/с^2

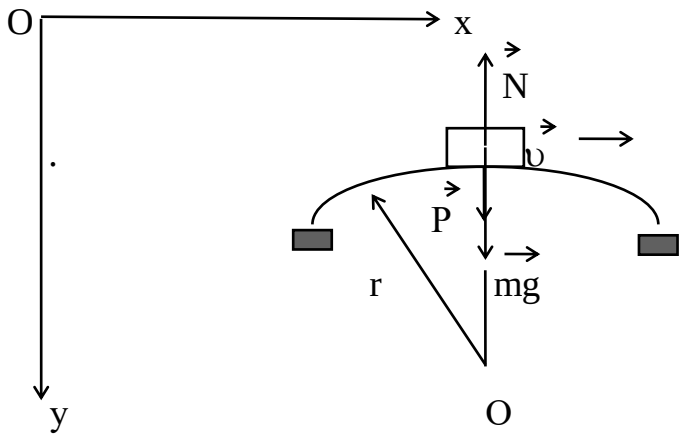


Рис. 2.13. Ілюстрація до прикладу розв'язування задачі №1.

Переведемо одиниці вимірювання даних умови задачі в СІ:

$$60 \text{ км/год} = 60 \cdot \frac{1000}{3600c} \text{м} \approx 16{,}7 \text{ м/с}$$

Запишемо умову зменшення ваги (сили тиску на горизонтальну опору):

$$\Delta P = P_0 - P \qquad (2.5)$$

де $P_0 = mg$ - вага нерухомого автомобіля;

P = N - вага автомобіля, що рухається по опуклому мосту, по величині вона рівна реакції опори на автомобіль. Слідуємо далі за алгоритмом.

Розділ фізики, що вивчає причини, які зумовлюють рух, називається “Динамікою” (див. додаток Ж). Далі, за алгоритмом, запишемо рівняння руху, як суму всих сил, що діють на тіло:

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a} \qquad (2.6)$$

Знайдемо проекції векторних величин у рівнянні (2.6) на вертикальну вісь Оу, спрямовану до центру кривизни мосту:

$$- N + mg = ma \qquad (2.7)$$

Виразимо невідомі величини через інші залежності, невикористані дані умови задачі:

$a = \frac{\upsilon^2}{r}$;

$g = 9{,}81$ м/с^2 $\approx$ 10 м/с^2 вносимо в скорочену умову задачі як сталу величину.

Тоді рівняння (2.7) набуде вигляду:

$$- N + mg = m\frac{\upsilon^2}{r} \qquad (2.8)$$

Розв’яжемо одержане рівняння відносно шуканої величини:

$$N = m(g - \frac{\upsilon^2}{r}) \qquad (2.9)$$

Підставивши (2.9) в (2.5), одержимо:

$$\Delta P = mg - m(g - \frac{\upsilon^2}{r}) = m\frac{\upsilon^2}{r} \qquad (2.10)$$

Перевіримо (2.10) на відповідність очікуваної одиниці вимірювання сили:

кг(м/с)^2 /м = кг·м/с^2 = Н

Сила дійсно вимірюється в Н (ньютонах). Підставимо числові значення:

$$\Delta P = \frac{2000 \cdot 16.7^2}{100} = 5577{,}8\ (\text{Н}) \approx 5.58\ \text{кН}$$

Проаналізувавши одержаний результат ($\Delta P \approx 5.58$ і $H>0$) приходимо до висновку, що вага дійсно зменшиться.

Запишемо відповідь: $\Delta P \approx 5{,}58$ кН

Розроблені нами таблиці із основними систематизованими опорними формулами до узагальненого алгоритму за основними розділами фізики, додаються (додатки В-М).

Зважаючи на сучасні можливості копіювальної техніки, такі таблиці можна розмножити для самостійного користування кожним учнем на стадії формування вмінь та навичок розв'язування задач з будь-якого розділу фізики. В умовах експериментальної роботи таблиці були виготовлені як стаціонарні стенди фізичного кабінету.

Тобто, в умовах внутрішньої рівневої диференціації учнів класу за рівнем здібностей, кожен з учнів має змогу відпрацювати навички розв'язання задач в позаурочний час. Оскільки тренувальні вправи на уроці будуть проводитись в меншій мірі (інтенсивніше), урок можна використати для розвиваючого навчання, тобто підвищити інтенсивність процесу навчання.

В умовах профільної диференціації середньої школи, коли інтереси класного колективу стають більш однорідними, актуальність застосування на уроках практичних ситуацій та елементів рольових ігор залишається значною.

У значній мірі вирішуються при цьому питання змісту, форм та методів навчання; відповіді на них диктує життя індивіда, форми його участі у виробничій діяльності, в житті сім'ї та суспільства.

Тому вся система навчальної роботи має бути спрямована на формування в учнів уміння досліджувати явище, самостійно ставити проблему і розв'язувати її, практично застосовувати здобуті результати. Учні мають вчитися самостійно, систематично поповнювати свої знання, розвивати вміння та навички.

Самостійна робота відіграє важливу навчально-виховну функцію - бо тільки при самостійній роботі учень може розвинути в собі інтерес до дослідження явищ навколишнього світу. Без самостійної роботи учнів важко підтримувати інтерес до навчання такого важливого та складного предмету як фізика.

Розв'язування задач, уміння дати правильну відповідь на поставлене запитання до вивченого матеріалу за підручником, розібратися в схемах, прочитати

або побудувати графіки фізичних процесів, практично виконати поставлене завдання або дослід, самим скласти запитання до товариша за вивченим матеріалом - все це сприяє закріпленню теоретичних знань, глибокому розумінню навчального матеріалу, виховує вміння самостійно опановувати знання, допомогає поєднувати теорію з практикою.

Успішно вирішити поставлені завдання при розв'язуванні задач змушує кожного учня просто самостійно, а, по можливості, першим досягнути кінцевої мети, дозволяє наш технологічний прийом постановки вчителем задачі, зміст якої має бути якомога ближче до реальної життєвої ситуації.

Таку, мовою архітектури, "прив'язку до місцевості" можна виконати практично для кожної задачі.

Розглянемо сказане на конкретному прикладі. Візьмемо за основу типову задачу із стандартного збірника задач з фізики [181].

Приклад 2. Задача № 795. "Гальванометр має опір 200 Ом, і при силі струму 100 мкА стрілка відхиляється на всю шкалу. Який додатковий опір слід приєднати, щоб прилад можна було застосувати як вольтметр для вимірювання напруги до 2В?"

Цю ж саму задачу можна переформулювати в дещо іншій редакції до конкретної практичної ситуації:

"Уявіть собі, що до вас звернувся підприємець з проханням перевірити якість партії батарейок. Розрахуйте величину додаткового опору, приєднавши якого до наявного гальванометра з написом на шкалі: 100 мкА. 200 Ом, перетворити його у вольтметр з межею вимірювання до 2 В?"

Об'єм умови задачі практично не збільшився, але вона набула додаткового внутрішнього змісту, який дозволяє вчителеві не просто понукувати учнем: "Хто перший розв'яже задачу...", а змусити кожного учня самостійно і першим "вибороти право на клієнта (отримати тендер) і вступити з ним у ринкові відносини". І вчитель при цьому лише підвищить свій рейтинг: "Я вчу вас не лише фізики, а й успіху в ринковій економіці". Ділового партнера матиме той, хто розв'яже задачу першим. Поспішайте, адже девіз ділових людей: "Час - гроші".

Візьмемо наступну задачу з того ж збірника.

Приклад 3. Задача № 796. "Який додатковий опір необхідно приєднати до вольтметра, з внутрішнім опором 5 кОм, щоб граничне значення вимірюванної вольтметром напруги зросло в 5 разів?"

Дану задачу, наприклад, можна переформулювати таким чином:

•"Хто прийме пропозицію розрахувати величину додаткового опору до вольтметра з вихідними даними на шкалі: 50 В, 5 кОм, щоб переобладнати партію неліквідного товару у вольтметри для побутових трансформаторів на 220 В? Який найменший напис доведеться при цьому зробити на шкалі?

І знову вчитель фізики стає до того ж пропагандистом ринкової економіки, бо *навчальний процес* починає стимулювати така добре відома формула “ товар – гроші - товар ” і він … *стає цікавим*.

Задачі на рух, статику чи динаміку можуть набути пригодницьке, політехнічне чи інше забарвлення. Це вже буде залежати в якійсь мірі від віку учнів та вподобань самого вчителя. Високий творчий рівень учителя забезпечить такий же рівень пізнавального інтересу учнів з високим рівнем стійкості за рахунок внутрішньої мотивації кожного учня зокрема.

Тривале застосування автором наведеної технології складання задач дає абсолютну впевненість у тому, що при такому поданні ситуаційної задачі, вчитель не просто формує стійкий інтерес, але й має можливість постійно його підтримувати. Інтенсивна технологія "солодкої радості” від завоювання інтелектуального ринку дозволяє без значного нервового виснаження підтримувати високий рівень пізнавального інтересу. Така технологія “обробки” задач має можливості міжпредметного переносу, вона успішно може бути застосована різними навчальними дисциплінами, як у загальноосвітніх школах, так і в спеціальних навчальних закладах.

Проілюструємо сказане на конкретних прикладах:

Приклад 4. На нафтовій платформі, що знаходиться в трьох кілометрах від берега, стався нещасний випадок. Надавши першу медичну допомогу, потерпілого слід відправити до лікарні, розташованої в 5-ти кілометрах вздовж берега. Ку-

ди слід веслувати човном, який розвиває швидкість 4 км/год, щоб дістатися лікарні в найкоротший час? Швидкість просування берегом з ношами - 5 км/год.

Швидкість розв'язання кожним учнем цієї задачі на уроці фізики вчитель може мотивувати нагадуванням: "Поспішайте з розв'язком, майбутні медпрацівники, адже від вас залежить доля потерпілого".

Подібні задачі вчитель може складати самостійно, або пропонувати зробити це учням. Такий вид домашніх завдань, як складання та розв'язок задач прикладного характеру, значно підвищує інтерес до фізики, а набуті таким чином знання робить міцними.

Наведені приклади доводять, що запропонована нами технологія складання та розв'язку «практичних» задач не лише активізує пізнавальну діяльність, а і підтримує стійкий інтерес до вивчення фізики.

Запропонований підхід дозволяє «олюднювати» фізичні знання в учнівської молоді за допомогою емоцій і почуттів співучасті та співпереживання, добра та милосердя, розчиняє байдужість, підточує цинізм, створює сприятливі умови для розвитку позитивних паростків загальнолюдської моралі.

Застосування нами технології графічної візуалізації ахроматичних і хроматичних ліній в геометричній оптиці дозволяє надати ряду якісних задач із відомого збірника М.Е.Тульчинського [206] характеру повноцінних розвиваючих досліджень. Такі задачі доповнюються індивідуальною експериментальною перевіркою учнями на обраних оптичних моделях наведених в задачах ситуаціях, поєднуються зі складанням підзадач, нових задач і т.д.

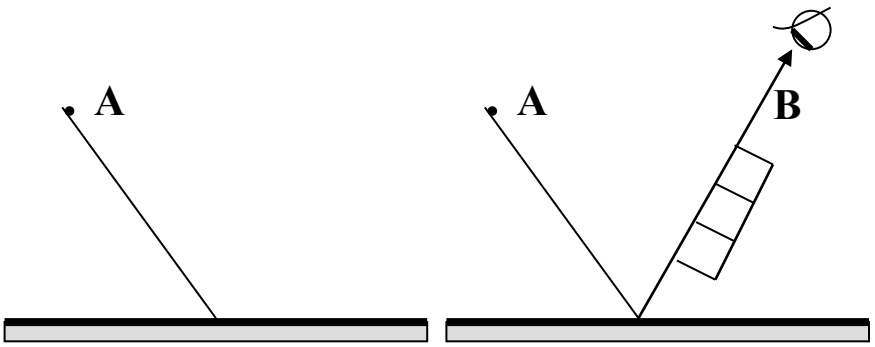
Приклад 6. №1452 (див. додаток П).

Після розв'язку задачі у теоретичному вигляді, де за законами відбивання знаходиться хід відбитого променя в дзеркалі після повороту дзеркала на кут α, за допомогою технології візуалізації графічних ліній проводиться експериментальна перевірка на фрагменті плоского дзеркала з набору до оптичного диску.

Для цього спочатку на аркуші паперу з точки А графічно наносять падаючий промінь і розташовують фрагмент плоского дзеркала, як це показано на рис. 2.14а (вид зверху). Напрям відбитого променя знаходиться у площині рисунка

шляхом суміщення ребра лінійки з напрямом видимого зображення лінії-променя у дзеркалі (рис. 2.14б).

Для цього око спостерігача розташовується теж у площині рисунка на продовженні видимого зображення променя. Слід застерігати учнів від необережного поводження під час експериментування з приладами – лінійка знаходиться на небезпечній відстані від ока.



а) б)

Рис. 2.14. Ілюстрація технології проведення експериментальної перевірки задачі №1452 збірника М.Е.Тульчинського

Позначають лінію дзеркальної поверхні на папері і повертають фрагмент дзеркала відносно точки падіння променя, як центра обертання, на кут α. Знову спостерігають зобпаження падаючого променя та експериментально знаходять хід нового відбитого променя. Результат проведення експерименту показує величину шуканого в задачі кута в 2α.

Приклад 7. № 1502 (див. додаток П).

Задача допускає пряму експериментальну перевірку на плоско-паралельній скляній пластинці, як моделі шару води, що відділяє деяку обрану точку від спостерігача. Потрібно експериментально побудувати хід променя світла, що йде від деякої точки, накритої скляною пластинкою, до ока спостерігача.

Спочатку на папері позначаємо промінь світла від обраної деякої точки як показано на рис.2.15а (це повинні бути досить "жирні" лінії, інакше їх буде досить важко помітити).

Потім накриваємо цей промінь плоскопаралельною скляною пластинкою (рис.2.15б). Ця пластинка слугуватиме моделлю шару води, що відокремлює

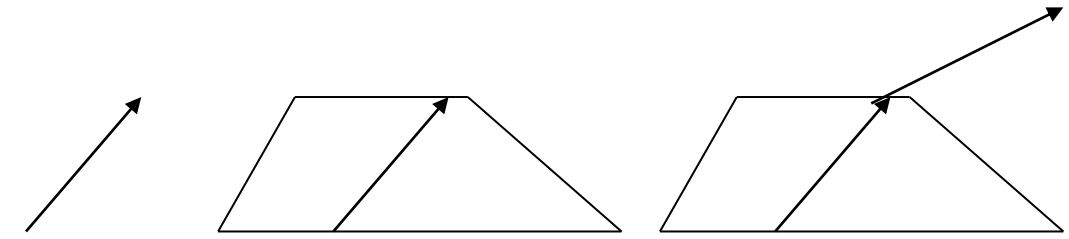


Рис. 2.15 Схема експериментальної перевірки задачі №1502 за М.Е.Тульчинським

точку А від спостерігача у повітрі. Потім за допомогою розробленої технології візуалізації графічних ліній робимо експериментальну побудову променя у повітрі до ока спостерігача (рис.2.14в). Цим самим спостерігачем може бути учень. А бути безпосередньо у центрі подій дуже цікаво!

Приклад 8. №1503 (див. додаток П).

Моделлю шару води, про яку йдеться в умові задачі, знову обираємо плоско-паралельну пластинку.

З експериментальної побудови ходу променів у плоскопаралельній скляній пластинці, як це було зроблено нами у наведеному вище прикладі 7 (у шарі води), відповідь стає очевидною. Уявне продовження видимого променя проходить дещо вище реального положення об’єкта.

Цікавим є те, що учні у ході експериментального навчання переважно дають розвиток поставленої задачі новою додатковою задачею, що суттєво доповнює і продовжує перебіг подій:

- "Як треба спрямувати списа (острогу), щоб влучити у рибу, що плаває неподалік?" Після аналізу експериментальних побудов стає ясно, що треба поціляти

дещо нижче від видимого зображення. Більш точно орієнтири залежать від кута променя зору і глибини знаходження риби.

Окремі учні давали рекомендації і щодо орієнтації остроги у просторі. Вони такі: додатково, щоб не помилитися у прицілянні по вертикалі, кінцівку остроги (площину її зубців) треба тримати вертикально поверхні води. Вчителю необхідно обов'язково ще зазначити, що полювання риби острогою (списом) є бракон'єрським, варварським і законодавчо забороненим. (Додатковий аналіз біологів показує, що внаслідок перелічених причин, таке полювання неефективне, риба у переважній більшості випадків калічиться, але не виловлюється, а згодом і гине).

Приклад 9. №1504 (див. додаток П).

З експериментальної побудови ходу гомоцентричного пучка променів у плоскопаралельній скляній пластинці, як це було зроблено нами у п. 3.1, відповідь стає очевидною. Учні, як правило, самостійно ставлять додаткову задачу стосовно зміщення дна, що розвиває вихідну задачу:

- "На скільки мілкіше, аніж насправді, здається дно будь-якої водойми (у випадку доброї видимості дна)?"

З аналізу експериментальної побудови гомоцентричного пучка у плоскопаралельній пластинці (п.2.3) висновок буде таким: приблизно на одну третину глибини. Такий же результат можуть дати і досить складні теоретичні підрахунки.

Приклад 10. №1513 (див. додаток П).

Як це видно з побудови у наведеному вище прикладі 9, дана задача може у модельному представленні на плоско-паралельній скляній пластинці бути оберненою до розглянутої у цьому прикладі.

У дослідному варіанті на рис. 2.15в треба спостерігача прийняти за положення зірки, а точку А – за око спостерігача. Потім необхідно вилучити скляну пластинку, що моделює шар атмосфери. Стало б реально наочним і експериментально перевірюваним, що висота зірок над горизонтом у випадку, якби раптом зникла земна атмосфера, суттєво зменшується.

Приклад 11. №1542 (див. додаток П).

Перевірка відповіді задачі може бути проведена безпосередньо в експериментальній формі на прикладі фрагмента збирної лінзи із демонстраційного набору до оптичного диска (відтворення дослідів із сферичної аберації в лінзах в п. 2.3).

До речі, на наш погляд, не зовсім правомірно нехтувати уточненням поняття товстої лінзи у даній задачі. Товста лінза – ще не означає збирна лінза, товстою може бути і розсівна лінза.

Приклад 12. №1543 (див. додаток П). Є збиральна і розсіювальна лінзи. Яким чином, не вимірюючи фокусних відстаней, можна порівняти оптичні сили лінз?"

Задача допускає безпосередню експериментальну перевірку на прикладі побудови ходу променів у системі фрагментів лінз із набору до оптичного диска (див. п.2.3). Для перевірки можна обрати паралельні промені. У випадку рівності оптичних сил хід променів не зміниться.

Приклад 13. №1611 (див. додаток П).

Задача допускає пряму експериментальну перевірку розташування заломлення різних кольорів відносно перпендикуляру до межі заломлення середовищ. Відтворюється загальна технологія візуалізації ліній, що здійснена у наведеному вище прикладі 7. Але замість одного ахроматичного променя беруть по черзі кілька хроматичних (наприклад червоний, зелений, синій, як на рис. 2.16). Така технологія використовуватиме метод МГВХЛГО.

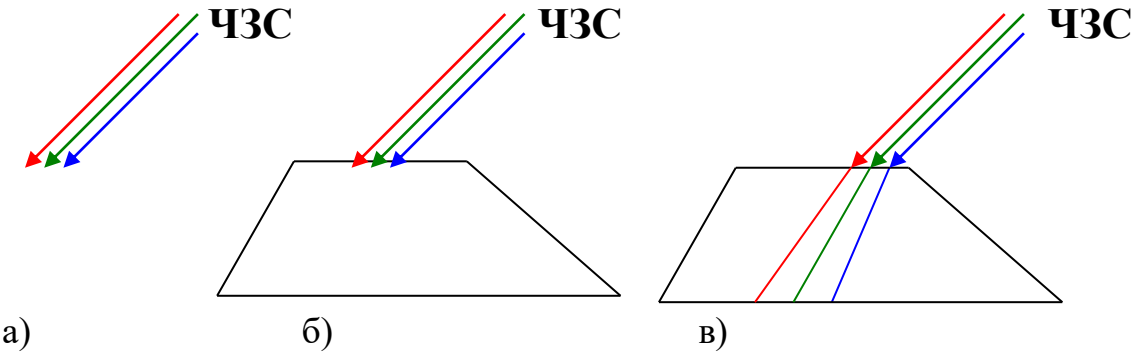


Рис. 2.16. Схема експериментальної перевірки задачі №1611 за Е.Тульчинським.

Приклад 14. №1613 (див. додаток П).

Автор збірника у відповіді справедливо зазначає, що зображення синьої половини прямокутника отримується ближче в лінзі, ніж зображення червоної половини. Але константація фактів не в достатній мірі унаочнює і пояснює їх. Автор помилково розмістив цю задачу у параграфі "Дисперсія світла", що досить дезорієнтує читача. Насправді маємо справу з явищем хроматичної аберрації у збирній (як видно з рисунка у збірнику) лінзі. Половинки прямокутника симетричні відносно головної оптичної осі. Це "урівноважує" сферичну аберрацію.

Експериментальну перевірку задачі фактично складає описаний і проведений за використаною технологією МГВХЛГО на фрагменті збирної лінзи експеримент з хроматичної аберрації рівновіддалених від головної оптичної осі червоного і синього променів (див. п.2.3). Експериментально показується, що фокусна відстань збирної лінзи для червоних променів більша за фокусну відстань цієї ж лінзи для синіх променів. Одже чіткого зображення різнокольорових променів у лінзі домогтися практично дуже важко.

Приклад 15. №1489 (див. додаток П).

Після теоретичних побудов із знаходженням головного та побічного фокусів увігнутого дзеркала, проводиться експериментальна перевірка на фрагменті увігнутого дзеркала з набору для оптичного диска. Переконуються у співпаданні теоретичних розрахунків та отриманої експериментальної побудови за допомогою методу МГВАЛГО.

Приклад 16. №1498 (див. додаток П).

Після теоретичного розв'язку, що можна вважати моделлю-гіпотезою задачі, задача може бути перевірена прямою експериментальною побудовою з використанням інноваційної технології. Перевірочну обернену задачу формулюємо так:

- "Побудувати хід пучка променів, що паралельні осі опуклого дзеркала (на прикладі фрагменту опуклого дзеркала з демонстраційного набору до оптичного диску)".

Скориставшись принципом оборотності ходу променів у геометричній оптиці, робимо висновок, що знайдені промені і будуть відповідати умовам вихідної задачі.

Розглянуті у наведеному пункті приклади теоретичних задач, що зустрічаються учням при вивченні фізики, як показує досвід, можна легко змоделювати за технологією МГВХЛГО, та експериментально перевірити теоретичні передбачення, що звичайно ж лише посилить інтерес до вивчення фізики, навіть, якщо цей предмет не є профільним для даного класу.

2.6. Питання метрології в курсі фізики середньої школи, як засіб формування пізнавального інтересу

Вся історія розвитку сучасної цивілізації, зокрема історія науково-технічного прогресу, супроводжувалася і продовжує супроводжуватись вимірюваннями фізичних величин.

У 1999 році людство відзначало 200 років метричної системи мір. Відомі з античних часів грецькі терміни metron (міра) і logos (поняття) об'єдналися в назві сучасної метрології - науки про вимірювання фізичних величин, способи забезпечення їхньої єдності та потрібної точності [102, с.28].

Вимірювання можуть виконуватись з допомогою органів відчуття на основі життєвого досвіду спілкування з вимірювальними приладами, наприклад: візуально - відстань, тактильно - температуру і т. д. Проте такі вимірювання суб'єктивні та не визначаються високою точністю. Але, як на нашу думку, такий порівняльний підхід досить корисний, так як стимулює інтенсивну розумову діяльність. Об'єктивні значення фізичної величини можна безпосередньо знайти за допомогою вимірювального приладу, або на підставі формули, яка вказує на залежність між шуканою величиною та іншими вже відомими (або раніше виміряними) величинами [103, с.12].

З дослідами на вимірювання фізичних величин учні зустрічаються з самого початку вивчення цього предмета [Там же, с. 31]. Цю роботу ми доповнюємо завданням, яке на нашу думку формує інтерес до предмета через інтерес до особис-

тості. Так, завдання по визначенню товщини нитки ми замінюємо на вимірювання товщини власної волосини. Для цього пропонуємо учням провести як домашню практичну роботу щільно накласти 10 - 20 витків (можна і більше, якщо дозволяє довжина волосини, це тільки підвищить точність вимірювань), намотуючи волосину на стержень пасти від кулькової ручки. Якщо волосина темного кольору - її доречно намотувати на світлу частину стержня, і навпаки. Розділивши довжину частини стержня, покритої витками, на кількість витків (зручніше рахувати в процесі намотування), можна досить точно визначити товщину власної волосини. Повторивши дослід декілька разів для кількох волосин, учень приходить до висновку, що між ними існує незначна відмінність. А ось при обговоренні в класі результатів домашньої роботи з'ясовується, що кожен з учнів має волосся іншої товщини. Це свідчить про повну індивідуальність особистості кожного учня, аж до товщини його волосся.

Особистісний підхід, з метою формування інтересу до вивчення фізики в процесі виконання метрологічних операцій, ми продовжуємо застосовувати і при подальшому вивченні інших фізичних величин. Так при визначенні площі, учні вимірюють площу підошви взуття та власної стопи за вологими відбитками на папері в клітинку. Знову ж таки, при обговоренні в класі результатів вимірювань, учні приходять до висновку, що навіть при однакових розмірах взуття, площа відбитку стопи має суто індивідуальне значення, що так широко застосовується в криміналістиці. Це звичайно ж росилює інтерес до власної особистості та до фізики, що дозволяє реалізовувати ці проблеми.

Питання метрології, вимірювання за допомогою фізичних приладів можна під час вивчення фізики актуалізувати у формі складання і розв'язування фізичних задач, творчих експериментальних завдань і т.д.

Визначення об'ємів тіл за допомогою мірного циліндра (мензурки), та вивчення основних характеристик шкали (ціни поділки), ми доповнюємо домашнім завданням: визначити об'єм власного тіла за допомогою ванни. Таке творче завдання виконується в такій послідовності:

1. Після повного занурення у наповнену ванну (результат доцільно проконтролювати з допомогою асистента), слід відмітити верхній рівень підняття води при повному зануренні.

2. Вибравшись із ванни, доповнити 1 - 3 літровою банкою ванну до рівня, відміченого в пункті (1). Це і буде об’єм власного тіла у літрах, який за бажанням можна перевести у метри кубічні.

Як такий же домашній експеримент, учні визначають масу власного тіла, вагу а також його середню густину. Основні фізичні характеристики, отримані в результаті метрологічних операцій, учень записуєна окремій сторінці свого робочого зошита. При вивченні подальших тем, ми повертаємось до значень раніше отриманих фізичних характеристик власного тіла. Так, при з’ясуванні умови плавання тіла, ми пропонуємо учням звернутися до значення густини їх власного тіла, та порівняти його із густиною прісної та морської води. Обговорюючи результати порівнянь, ставимо учням питання:

1. Пригадайте та назвіть, хто із вас має найбільше (найменше) значення густини власного тіла? 2. Кому із вас доводиться прикладати менше зусиль, аби утриматись на поверхні води? 3. В якій воді: прісній чи морській вам легше плавати? З’ясовуємо співвідношення між густинами зануреного тіла та рідини для забезпечення умови зручного плавання.

При вивченні моменту сил, ми з’ясовуємо співвідношення між висотою людини та її стійкістю:

1. Який учень: високий чи низький більше нахиляється, аби встояти проти пориву вітру? 2. Де краще триматися у автобусі, що нерівномірно рухається: за верхні поручні чи посередині?

Такі метрологічні якісні задачі особистісно орієнтованого характеру, ми розглядаємо до одинадцятого класу включно.

Так у восьмому класі учні самі пропонують спосіб наближеного визначення теплоємності власного тіда, в дев’ятому - значення прискорення при підйомі у ліфті. У десятому - вимірюють електричний опір власного тіла, в одинадцятому - час проходження світла через око, і т.п.

Для постійної лемонстрації основних та похідних одиниць метричної системи мір, у кабінеті фізики створено метрологічний куточок, де зосереджено прилади для вимірювання основних фізичних величин:

1. Модель еталону метра. 2. Модель еталону кілограма. 3. Годинник із секундною стрілкою. 4. Термометр. 5. Барометр. 6. Волосяний гігрометр.

Для роботи із вимірювальними приладами необхідно вміти користуватися шкалами вимірювальних приладів, чітко визначати ціну поділки. З цією метою у кабінеті на спеціальних стендах демонструється набір шкал вимірювальних приладів.

Досвід роботи вчителем фізики незаперечно переконує у тому, що знання одиниць вимірювання фізичних величин та співвідношення між дольними та кратними їх значеннями вкрай необхідна складова для успішного закріплення матеріалу при розв’язуванні задач, тощо. А різні підходи до формування цих знань, що застосовуються нами та розглянуті у даному пункті, лише допомагають у формуванні стійкого інтересу до навчання учнів багатопрофільних шкіл-ліцеїв.

2.7. Особливості позаурочної роботи з фізики з обдарованими учнями у багатопрофільному школі-ліцеї

Позаурочна робота з фізики у багатопрофільному школі-ліцеї спрямована на комплексне "збагачення освітнього середовища" (див. п.2.1). На уроках таке збагачення проводиться під час поглибленого вивчення фізики та реалізації міжпредметних зв'язків з профільними дисциплінами.

Основний напрям роботи з обдарованими учнями - розвиваюче навчання, залучення до творчої діяльності. В переважній більшості це майбутні вчені, пошуковці, люди творчої долі. Історія науки, і фізики зокрема, підтверджує той факт, що найбільш видатні відкриття зроблені вченими саме в молоді роки.

З історії фізики відомо, що І.Ньютон - в 27 років, А.Ейнштейн - в 25, Н.Бор - в 23, Д.К.Максвелл в 29 років вже проводили серйозні наукові дослідження. Ще в юні шкільні роки учень може ставити за мету прагнути як можна побільше пізнати, навчитися мислити, працювати над собою. Особливо це стосується учнів обдарованих.

У даному випадку, в ході особистісно-орієнтованої бесіди на уроці, доцільно для учнів пригадати слова поета М. Заболоцького, які мають значний емоційний заряд [78, с.15]: «Не дозволяй душі лінуватися!…».

З огляду на сучасний досить значний рівень поінформованості сучасного підлітка, починати науковий пошук треба ще в шкільні роки.

До послуг сучасних учнів - численні юнацькі наукові товариства, школиліцеї та гімназії, викладачі яких читають спеціальні курси за власним фахом, проводять доступні наукові дослідження. На згадку приходить доля М.Фарадея, якого Гемфрі Деві назвав найбільшим своїм відкриттям у недільній школі.

Як показує практика, учні з великим захопленням та інтересом поринають в наукову роботу пошуку, пізнання, експериментальну роботу з фізики, що носить інтегративний, міжпредметний характер.

Цікавий результат дала клективна робота десятикласників Запорізького січового колегіуму по створенню навчальної комп'ютерної програми для дослідження газових законів. Ця ідея виникла після ознайомлення із статтею Гриценка В.Г. [52, с.37], де він пропонує провести комп'ютерне моделювання одномірного ідеального газу з метою дослідження залежності тиску від кількості молекул (*концентрації*), від температури а також залежність між тиском та об'ємом. До речі, він вважає, що отримання графіків та малюнків за допомогою готових аналітичних формул не можна вважати комп'ютерним моделюванням. Так, це можна вважати за компютерне дослідження вже готової математичної моделі ідеалізованого реального процесу. Пономарьова В.І. підтверджує , що оскільки фізика – наука експериментальна, а експериментальний метод тісно пов'язаний з теоретичним, то при вивченні фізики доцільно застосовувати обчислювальну техніку, що створює можливості для математичного моделювання. "Очевидно, що застосування ПЕОМ з виводом інформаціє на дисплей підсилює наочність навчання, дає змогу заглянути у світ, недоступний для прямого спостереження у школі. Обчислювальна техніка сприяє реалізації на практиці таких вимог дидактики як достовірність, переконливість і надійність експерименту, створює специфічний емоційний настрій "[165, с.51]. Вона пропонує використати об'єднаний газовий закон

та рівняння Клапейрона-Менделєєва для отримання кожного із трьох газових законів. А далі на екран дисплею виводять графіки трьох ліній, що відображають цю залежність для трьох різних значень сталого параметра. Якщо ж створити можливість самостійно змінювати і сталий термодинамічний параметр, і масу та молярну масу газу, то картина досліджуваної залежності стане чіткою та більш зрозумілою, що сприяє підвищенню інтересу до вивчення учнями цього розділу фізики. Особливо такі знання потрібні учням при розв'язуванні графічних задач типу №№ 495, 504, 505, 506, 507 [181], та інші).

Така програма працює в Запорізькому січовому колегіумі. Вона дозволяє обчислити оту "сталу" величину, про яку йде мова у формулюванні газового закону, для вибраного учнем значення маси газу, молярної маси (є вікно з таблицею найбільш поширених реальних газів та відповідними значеннями їх молярних мас) та значення незмінного термодинамічного параметра для досліджуваного ізопроцесу. Тобто учні можуть наочно переконатися в тому, що не всі сталі величини являються абсолютно сталі, а можуть змінюватися залежно від незмінних (у даній задачі) маси та одного із термодинамічних параметрів.

Програма дає можливість користувачу обирати одночасно до семи різних значень термодинамічного параметра. Тут же пропонується колір лінії відповідного графіка досліджуваної залежності, що в різних системах координат (P(v); P(т); V(т)) висвічується на екрані монітора. Для того, щоб графіки вдало розміщувалися на координатній площині, робочий стіл програми має три вікна (T_{max}, P_{max}, V_{max}), куди можна внести відповідні значення.

Запуск програми здійснюється за допомогою стартового файлу (див. додаток Р), що виводить на робочий стіл програми (див. додаток С). На ньому розміщено чотири вікна: "Газові закони", "Ізотермічний процес", "Ізобарний процес", "Ізохорний процес". Активізуючи курсором будь-яке з них, можна отримати вигляд робочого столу для вивчення кожного із ізопроцесів (див. додаток Т). Графіки досліджуваного ізопроцесу при вибраних параметрах одразу в кольорі висвічуються у відповідних координатах.

Проте, поряд з масовою науково-пошуковою творчістю, до якої ми залучаємо широкий загал учнів ліцею, завжди виділяється група учнів, які проявляють стержневий інтерес до науково-технічної творчості. Результати своєї роботи вони з успіхом захищають на підсумкових конференціях Малої Академії Наук (МАН) при Запорізькому центрі науково-технічної творчості молоді. Підготовка розпочинається іще під час безпосереднього виконання лабораторно-практичних занять з фізики.

Українське молодіжне аерокосмічне об‘єднання (УМАКО) “Сузір‘я” на початку 2000 – 2001 навчального року надіслало запрошення до заочної школи учням Запорізького січового колегіуму. За результатами успішного навчання, троє учнів: Головань Роман, Філь Юлія, Яценко Ольга та їх керівник, учитель фізики Жмурський С.І. звітували про свою роботу в ефірі на хвилях “Українського радіо”. Учні щиро стверджували, що займатися астрономією навіть у навчальному закладі гуманітарного спрямування – цікава справа. Підтвердженням цьому може бути наукова робота випускниці Бойко Наталії “Астрономічні сузір‘я в Україні”.

Так, в багатопрофільному ліцеї № 99 м. Запоріжжя, учні, які вже займались проблемою впливу типів погоди на поведінку та успішність школярів, звернулись з проханням розробки методів кількісного аналізу дії досліджуваного явища [71].

Після попереднього аналізу результатів якісного вивчення досліджуваного питання за спільною згодою зупинилися на такій позиції, як зміна рухливості учнів по коридору під час перерви. І прийшли до висновку, що прилад мав нагадувати шумомір. Щоб прилад відповідав вимогам новизни, були висунуті такі вихідні вимоги:

1. Відсутність прив’язки діючого приладу до електромережі, повна автономність дії.

2. Датчик приладу має бути генераторного типу. Це зведе до мінімуму потреби навіть в автономному живленні.

Відмовились і від сонячних батарей, бо така конструкція обмежувала б дію приладу залежно від оточуючого освітлення.

Прилад зібрали із деталей, які є у кабінеті фізики: за генераторний датчик правив звичайний динамік, винесений в коридор на час перерви. Він перетворював в електричні сигнали зчинюваний учнями гамір у коридорі. Трансформатор підвищував напругу електричних імпульсів, які після випрямлення заряджали конденсатор. Паралельно конденсатору підключаємо демонстраційний електрометр. За час перерви конденсатор заряджається до певної напруги, що і реєструється електрометром.

Так, на прикладі конструювання простого саморобного шумоміру, в доступному розумінню учнів поєднанні, переконуємося, що творчі наробки учнів-науковців дозволяють розв'язати досить серйозні технічні проблеми.

При розробці конструкції приладу ми опиралися на набуті учнями знання із спеціального курсу "Електрорадіотехніки".

Звичайно, не відразу вийшли на такий спосіб індикації прийнятого сигналу. Через недостатню потужність електричного сигналу, довелося відмовитися від гальванометрів. При вирішенні проблеми учні досконало знайомляться з елементами автоматизації, вивчають проблему не лише за підручником, хоча доводиться працювати і в бібліотеці, вивчати будову та роботу вже діючих аналогів.

Оскільки прилад діє за принципом накопичувальної дії, виникла проблема: як бути у випадку, коли стрілка електрометра відхиляється на максимальний кут до закінчення перерви? Інакше кажучи, як розширити межі вимірювання приладу? Кожна проблемність створює проблему, розв'зання якої розвиває творчу особистість, забезпечує стійкий інтерес до вивчення фізики.

Перші кроки в наукових пошуках учні можуть робити, спираючись на знання, набуті не лише на уроках фізики, чи споріднених предметів. Наукова робота в бібліотеці, музеї чи на виставці дозволить краще пізнати культуру певної доби. Робота в майстерні народних ремесел дозволить відродити не лише забуті технології, а і створити нові, на основі сьогоденних знань про сучасні матеріали. Альбом про життя та творчість видатної особи може створити тривалий інтерес до будь-якого навчального предмета.

Отже, елементи науково-дослідної роботи учнів можуть розглядатися не лише як методичний засіб розвитку їх творчого потенціалу, а і елемент іноваційної технології розвиваючого навчання для підтримання високого рівня пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики.

День “дублера”, коли кожен учень згідно своїх обдарувань має можливість проявити себе в ролі лідера; олімпіади, турніри, участь у науково-практичних конференціях зі звітами результатів власних досліджень - ось далеко неповний перелік заходів, де обдарований учень може продемонструвати результати своєї підготовки, розвинути свої здібності. Необдарованих особистостей не існує, тож чим ширша гама розвиваючих заходів, тим більша можливість у особистості проявити свою обдарованість. Цілком можливо, що підготовка та проведення названих та інших заходів може стати для учня сенсом майбутньої професії та трудового життя. Бо ж саме підготовка до майбутнього життя, це і є навчання для життя, навчаючись у життя.

Загальні та конкретні цілі по формуванню і розвитку в учнів наукових знань та умінь, представлені в стандартах фізичної освіти [40], можуть бути досягненими, якщо навчання опирається на фізичний експеримент. Для організації колективних та індивідуальних спостережень фізичних явищ і процесів, вимірювання величин, перевірки законів та встановлення закономірностей, підтвердження теоретичних висновків необхідна систематична постановка демонстраційних дослідів учителем та виконання лабораторно-практичних робіт учнями в умовах спеціально обладнаного кабінету [237]. Особливої гостроти набуло це питання сьогодні, коли кабінети фізики відчувають гостру потребу у поновленні обладнання.

Саморобні прилади, (навіть найпростіші), частково розв'язують розглянуту проблему, бо чи найбільша їх користь полягає у формуванні стійкого інтересу до вивчення фізики. Прилади можуть бути як із каталогів, запропонованих науково-педагогічними видавництвами, так і розробленими безпосередньо в школах як вчителем, так учнями.

Учні 7-го класу із задоволенням виготовляють тіла для визначення густини

речовини, які для восьмикласників стають калориметричними тілами. Учні 8-го класу виготовляють дротяні резистори для визначення опору провідника. А потім у 10-му класі вивчають з їх допомогою закономірності паралельного та послідовного сполучення провідників. Дев'ятикласники виготовляють плоскі тіла для визначення центру їх мас, а потім з їх допомогою з'ясовують умову рівноваги при наявності осі обертання. Десятикласники із обрізків телефонного кабелю на каркасах із під скотчу виготовляють симпатичні різнокольорові котушки для спостереження дії магнітного поля на струм. А потім у одинадцятому, з їх же допомогою, вивчають явище електромагнітної індукції.

Навіть неповний перелік робіт із саморобними приладами може ілюструвати, як реалізується принцип гуманізації фізики. Коли він із складної науково-академічної категорії перетворюється у конструктивну, пізнавальну діяльність, близьку і доступну розумінню кожного учня.

Із задоволенням беруться учні і до виготовлення не без допомоги батьків більш складних приладів як демонстраційного, так і дослідницького призначення. Прикладом можуть бути як електроскоп, важільний реостат, так і прилад для вимірювання горизонтальної складової індукції магнітного поля Землі, тощо. Для підтримання пізнавального інтересу до виготовлення саморобних приладів доречно організовувати конкурс на кращій фізико-технічний прилад із переліком умов та вимог та відзначенням переможців.

Як приклад, можна запропонувати розглянути демонстраційний комплект саморобних приладів для вивчення властивостей трифазного струму. З метою унаочнення статор асинхронного двигуна трифазного струму середньої потужності, який вийшов із ладу, необхідно розпиляти навпіл перпендикулярно до осі обертання валу. А у звільнені від старої обмотки пази закласти нові з однією парою полюсів в одній половинці, та двома - в іншій. Вихід обмоток на зрізі статора, що не захищений кришками, слід старанно упакувати кіперною стрічкою та розфарбувати у стандартні кольори.

Вал двигуна звільняється від якоря і також ділиться в умовах шкільної майстерні навпіл. Одна його частина стає основою для осі обертання майбутнього

ротора із внутрішнього алюмінійового стакана калориметра, що доводить простоту та надійність в роботі асинхронного двигуна з короткозамкнутим ротором.

Друга частина валу двигуна стане основою для виготовлення індуктора змінного стуму. Для цього перпендикулярно до осі валу слід прикріпити зварюванням два циліндричні виступи, на які надівають склеєні керамічні магніти. Такий індуктор з пофарбованими у відповідні кольори полюсами досить потужний і мобільний: разом із кришкою його можна переставити на статор з іншим числом пар полюсів, і відразу мати іншу частоту струму, або швидкість обертання магнітного поля і т.д.

Окрім цього, можна разом з учнями також виготовити на панелі два види сполучення споживачів трифазного струму: "зіркою" та "трикутником". Порівняно невисока частота обертання індуктора ручним приводом без додаткових механізмів дозволяє спостерігати послідовну зміну яскравості свічення лампочок, а, отже, і з'ясовується сутність утворення магнітного поля, що обертається у статорі двигуна. Процес виготовлення з залученням учнів демонстраційного набору докладніше описано у нашій статті [71].

Наведені у п.2.3 дисертації лабораторні роботи та фронтальні фізичні експерименти з геометричної оптики можна виконувати, використовуючи для цього саморобне обладнання. Необхідність виготовлення оптичних деталей (лінз, дзеркал, тощо) пояснюється тим, що існуюче обладнання для демонстраційного експерименту з допомогою оптичної шайби передбачено комплектувати для фізичних кабінетів на сьогодні лише у одному екземплярі.

Виготувати такий комплект саморобних приладів можна самостійно, на заняттях фізичного гуртка чи уроках праці. Прилади можуть бути виготовлені починаючи з найпростіших - щілини, прорізаної на фотоплівці для спостереження явища дисперсії, аж до лінз: як збиральної, так і розсіювальної.

Із органічного скла товщиною від 5 до 10 мм фрезою (можна і лобзиком) випилюються заготовки циліндричних лінз: збиральної та розсіювальної. Радіуси кривизни бажано щоб співпадали для обох типів лінз, тоді економиться матеріал та число пропилів. При великій товщині органічного скла, аби не заплавлялася

пилочка від нагрівання через тертя, лінію пропилу попередньо змащують машинним маслом або, в крайньому разі, водою.

Радіус кривизни лінз бажано узгоджувати із кривизною поверхні, на якій буде виконуватись шліфування заготовок лінз після випилювання. Як приклад, такими поверхнями можуть бути бічні стінки чашки Петрі. Смужку водостійкої шліфувальної шкірки середньої зернистості наклеюють синтетичним клеєм на внутрішню сторону стінки зовнішньої деталі набору і, навпаки, другу смужку наклеюють на зовнішню поверхню бокової стінки внутрішньої деталі набору. При цьому радіуси кривизни поверхонь, на яких виконують шліфування, приблизно співпадають. Це, як уже зазначалось, значно скоротить час та зусилля для надання заготовці лінзи після попередньої обробки рівнішої поверхні. Не важко здогадатися, що заготовка для розсіювальної лінзи буде шліфуватись на зовнішній поверхні чашки Петрі, і навпаки, збиральної - на внутрішній її поверхні. Полірування виконується з допомогою спеціальної пасти.

Розвиваючи пізнавальний інтерес до вивчення оптичних явищ, можна сподіватися, що учні продовжать самостійно експериментувати в домашніх умовах. Як цікаве для вивчення точкове джерело світла чудово можна застосувати брелок – лазерну указку. Він дає потужний вузько направлений промінь, хід якого легко спостерігати навіть без затемнення. Такий пристрій дозволяє перевірити справедливість законів прямолінійного поширення світла, заломлення та відбивання при переході світла із повітря у воду акваріуму і вихід у повітря променя, відбитого від дзеркального дна, яким може бути звичайне скло. Дослід переконливо демонструє той факт, що при переході світла в оптично більш густе середовище світловий промінь заломлюється до перепендикуляра, і навпаки – при виході світлового променя із води світловий промінь внаслідок заломлення відхиляється від перпендикуляра.

На закінчення вивчення оптичних явищ, після вивчення дисперсії та послідовності розташування кольорів у спектрі, можна запропонувати замість загальновідомої лічилки російськомовного походження, що дозволяє легко запам’ятати послідовність кольорів у суцільному спектрі, скласти подібну, але україномовно-

го походження. Учні охоче беруться за справу. Ось деякі з таких лічилок, що наведені у колонках нижче:

1. Червоний	-	Чиє	Чорний	Чия
2. Оранжевий	-	Ото	Офіцер	Ото
3. Жовтий	-	Жито	Живо	Жінка
4. Зелений	-	Зелене	Зіб’є	Зібрала
5. Блакитний	-	Буяє	Білого	Багато
6. Синій	-	Сизими	Слона	Синіх
7. Фіолетовий	-	Фарбами	Факт	Фіалок

Висновки з другого розділу

Серед найбільш **ефективних і широко вживаних** дослідниками і вчителями **ДЗФПІ** до вивчення фізики у загальноосвітній середній школі слід назвати: практичні роботи, фізичний експеримент у діяльності учня; цікаві досліди; елементи цікавої фізики у змісті навчального матеріалу; новизна матеріалу; проблемність, фізичні парадокси та ін.

Загальна уточнена модель-схема динамічного процесу формування пізнавального інтересу до вивчення фізики в середніх навчальних закладах має вигляд: від емоції інтересу та реакції здивування до цікавості, від нього до активної допитливості та прагнення дізнатися якомога більше, від них - до міцних знань та наукового пошуку:

ЕІ (З) ⟶ Ц ⟶ Д ⟶ ПІ

Дана модель-схема повинна отримувати відповідне поетапне дидактичне та методичне забезпечення характеристик інтересу, виходячи з системного підходу до визначення феномену пізнавального інтересу через емоційні, інтелектуальні (пам'ять, мислення), регулятивні (увага, воля) компоненти. Емоція інтересу, що поступово трансформується в стійкий пізнавальний інтерес, може слугувати показником спрямованості учня на досягення успіху у навчанні і водночас мотивом і засобом пізнавальної навчальної діяльності.

Щоб викликати і підтримувати пізнавальний інтерес до вивчення фізики в учнів багатопрофільних шкіл-ліцеїв, необхідно дотримуватися загальнопедагогічних вимог:

1) включення учнів у цілеспрямовану діяльність учіння у процесі вивчення фізики;

2) створення відповідних мотивів і відкриття шляхів досягнення цілей і засобів для реалізації цього мотиву;

3) з'ясування життєвого сенсу навчання фізики для учня;

4) досягнення емоцій і почуття радості від самого процесу пізнання, задоволення від пізнання нового, від реалізації своїх можливостеї при оволодінні новими знаннями;

5) створення позитивного відношення до навчання фізики. Відмова від фіксації вчителем невдач учня. Адже останнє може призвести до формування в учня негативного ставлення до навчання, і, як наслідок, до відмови від діяльностіучіння (відмова від пізнавальних зусиль).

За результатами проведеного змістовного аналізу, констатуючого та пошукового експерименту в умовах навчальних закладів нового типу (багатопрофільних ліцеїв), було розроблено або суттєво модернізовано на основі інноваційних технологій ряд основних дидактичних засобів формування пізнавального інтересу, які суттєво доповнюють їх традиційну систему, визначену на основі теоретичного аналізу проблеми дослідження у першому розділі.

Визначення нових та модернізація відомих дидактичних засобів формування пізнавального інтересу дозволили розробити методику їх застосування в умовах навчально-виховного процесу з фізики у багатопрофільному ліцеї.

Зокрема: методику проведення інноваційного фронтального фізичного експерименту з дисперсії світла; методика експериментального пояснення та перевірки учнями описових елементів цікавої фізики у формуванні пізнавального інтересу; методику розв'язування і складання фізичних задач-досліджень учнями з використанням фронтального фізичного експерименту; використання питань цікавої метрології; використання нових інформаційних технологій на уроках фізи-

ки; використання міжпредметних зв'язків на прикладі задач з міжпредметним змістом на уроках фізики в умовах багатопрофільного ліцею; методику збагачення освітнього середовища як на уроках фізики, так і в позаурочний час.

Розроблена і описана методика грунтується на ряді визначених педагогічних технологій на матеріалі оптики, окремі з яких розроблені автором з метою формування інтересу учнів до вивчення фізики. Серед визначених педагогічних технологій, які відіграють значну роль у формуванні пізнавальних інтересів у вивченні фізики, є такі, що відносяться до інноваційних. Зокрема, інноваційна педагогічна технологія при вивченні дисперсії світла в курсі фізики середньої школи. Визначені технології були покладені в основу описаної методики експериментального пояснення та перевірки учнями описових елементів цікавої фізики у формуванні пізнавального інтересу.

Розроблені педагогічні технології можна охарактеризувати за кількома класифікаційними ознаками. Проте можна ввести іще один класифікаційний критерій – спеціалізація. Так як існують за аналогією, окрім загальнонаукових, спеціальні методи пізнання в фізиці (спектральний метод і ін.). Розроблена технологія належить до спеціальних у загальній технології фронтального фізичного експерименту.

РОЗДІЛ ІІІ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ДИДАКТИЧНИХ ЗАСОБІВ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРЕСУ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У БАГАТОПРОФІЛЬНИХ ШКОЛАХ-ЛІЦЕЯХ

3.1. Організація та методика проведення педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент - науково поставлений дослід, при якому педагог-дослідник активно та цілеспрямовано втручається в процес навчання та виховання. У загальному випадку мета експерименту у педагогічному дослідженні полягає у встановленні залежності між умовами виховання, навчання, розвитку та його результатом. “Суть експерименту полягає в тому, що він ставить виучувані явища в певні умови, створює планомірно організовані ситуації, виявляє факти, на основі яких встановлюється залежність між експериментальними впливами та їх об’єктивними результатами” [11, с. 30].

Основні завдання педагогічного експерименту визначалися метою та гіпотезою нашого дослідження. В педагогічному експерименті з методики навчання фізики можуть виокремлюватися етапи та стадії. Етапи педагогічного експерименту пов’язані з розв’язанням певних завдань, а стадії - з послідовністю виконання конкретних дій.

І етап: Планування експерименту. Етап містив у собі вибір та обгрунтування техніки та технології проведення експерименту. Виокремлювались такі стадії: 1) підбір завдань; 2) вибір змінних факторів; 3) вибір залежних змінних; 4) обгрунтування рівнів для цих факторів; 5) розробка документації експерименту (схем, тестів, інших матеріалів).

ІІ етап: Проведення експерименту. На цьому етапі виокремлювались три основні стадії: 1) визначення початкового рівня знань, умінь та навичок, інтересів, мотивації, способів діяльності; 2) цілеспрямований вплив експериментальних факторів; 3) визначення результативного рівня знань, умінь, навичок, інтересів, способів діяльності.

III етап: **Аналіз результатів експерименту**. Етап відбувався у три стадії: 1) збирання результатів та обробка даних; 2) порівняння, аналіз та узагальнення здобутого фактичного матеріалу; 3) перевірка педагогічної (нульової) гіпотези.

Відомості про багатопрофільні загальноосвітні заклади нового типу, де проводилася експериментальна робота за безпосередньою участю автора подані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Відомості про багатопрофільні ліцеї м. Запоріжжя, у яких проводилася експериментальна робота

Назва	**Профілі навчання**
Запорізький січовий колегіум	1. Правовий 2. Історичний 3. Гуманітарний
Ліцей №99 м. Запоріжжя	1. Фізико-математичний 2. Економічний 3. Медико-біологічний 4. Гуманітарний
Ліцей "Захисник" м. Запоріжжя	1. Фізичне виховання 2. Правознавчо-гуманітарний 3. Історичний 4. Психологічний
Ліцей "Перспектива" м. Запоріжжя	1. Історія та правознавство 2. Хімія та біологія 3. Інформатика та математика 4. Економіка та математика

Посилаючись на роботи Щукіної Г.І., Ланіної І.Я. [235-240, 113-116] та проведений аналіз психолого-педагогічних основ формування пізнавального інтересу у школярів у першому розділі, ми виокремили три основні рівні у формуванні пізнавального інтересу до вивчення фізики в учнів загальноосвітніх навчальних закладів (багатопрофільних ліцеїв):

1. Початковий (репродуктивно-фактологічний). Такий рівень можна ще назвати елементарним, що базується на емпіричних знаннях учнів та на їх безпосередньому емоційному інтересі до нових фактів, явищ, цікавих дослідів.

За ознакою стійкості це *ситуативний, аморфний рівень.* Самий нестійкий за своїм характером. Виникає випадково, час від часу. Потребує з боку вчителя на уроках фізики постійної підтримки.

Такий рівень створюється на початковій стадії вивчення предмету, і, як правило, не пов'язаний з теоретичним багажем знань.

2. Середній (описово-пошуковий). Це рівень, що грунтується на прикладних знаннях. Він потребує пошуку, здогадки, активного оперування вже наявними знаннями. На цьому рівні можливе застосування теоретичних знань в пізнанні суті явища. За ознакою стійкості це *вибірковий рівень* - прояв зацікавленості до певного обмеженого кола предметів, явищ, процесів на тлі невисокого загального пізнавального інтересу. Наприклад, лише до хімії чи астрономії, а чи до принципу дії теплових двигунів. Такий рівень передбачає розв’язування прикладних навчальних фізичних задач. При подальшому розвитку разом з досягненням широти інтересів може розвинутися у стрижневий.

3. Високий (творчий). Для цього рівня характерний творчий пошук глибоких причинно-наслідкових зв’язків окремих понять, категорій, явищ. Він пов’язаний з елементами дослідницької та творчої діяльності, зокрема у процесі самостійного складання і розв'язування фізичних задач, планування і проведення фізичних дослідів, самостійного проектування та виготовлення приладів і т.д. Вимагає діалектичного розуміння сутності перебігу фізичних процесів чи явищ. Найвищий рівень за ознакою стійкості, психологічний механізм якого полягає у появі *внутрішньої мотивації* (коли фізика обирається як випускний екзамен і

вступний іспит у продовженні навчання). Процес навчання, як прояв пізнання, стає внутрішньою потребою учня. Рівень характерний *широтою* сформованих пізнавальних інтересів і одночасно може супроводжуватися утворенням *стрижневого* інтересу.

Пошуковий експеримент проводився з 1996 року під час роботи в багатопрофільному ліцеї №99 м. Запоріжжя. Відпрацьовувались методи та педагогічні прийоми які підтримували високий рівень пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики у багатопрофільному ліцеї.

До таких методичних прийомів та педагогічних технологій, які використовувались або були розроблені нами, слід віднести застосування технології графічної візуалізації ахроматичних і хроматичних ліній у геометричній оптиці, а також кольорів у навчальному процесі, зокрема, спектрального розміщення кольорів для динамічного відтворення статично зображених процесів. Застосування цієї інноваційної педагогічної технології при вивченні дисперсії світла в курсі фізики середньої школи відпрацьовувалось нами серед учнів школи-ліцею №99, січового колегіуму та педагогічного училища №1 м. Запоріжжя. Відповідні матеріали було опубліковані в журналі “Фізика та астрономія в школі” [68].

3.2. Результати педагогічного експерименту

Концепція формування пізнавального інтересу до вивчення фізики засобами нових технологій перевірялась нами на основі анкетування, проведеного в дев’ятих класах гуманітарного профілю багатопрофільної школи-ліцею №99 та січового колегіуму в м. Запоріжжі. Учням було запропоновано перелік навчальних предметів природничо-математичного циклу в алфавітному порядку: а) алгебра, б) біологія, в) геометрія, г) фізика, д) хімія.

Учні на власний розсуд, анонімно, розмістили предмети в порядку інтересу до їх вивчення. Результати анкетування та визначення рейтингу кожного предмета за наслідками опитування в контрольному класі школи-ліцею №99 та експериментальному січового колегіуму наводимо в таблиці (див. додаток Н).

Як видно з результатів анкетування в експериментальних класах Запорізького січового колегіуму внаслідок систематичного застосування нових технологій фізика, як навчальний предмет, має значний відрив від рейтингу решти запропонованих предметів.

Для обгрунтування доцільності впровадження нових технологій навчання в багатопрофільних школах-ліцеях, з метою інтенсифікації навчально-виховного процесу на уроках фізики, нами було проведено анкетування групи слухачів курсів підвищення кваліфікації вчителів фізики вищої категорії при обласному інституті удосконалення учителів.

Анкета з'ясовувала ставлення вчителів-практиків до розробленої автором методики використання нових технологій при вивченні дисперсії [70, с.27]:

1. Яким методом я користуюся при визначенні показника заломлення світла у склі:

а) вимірювання транспортиром, користування тригонометричними таблицями;

б) геометрична побудова прямокутних трикутників з рівними гіпотенузами на падаючому та заломленому променях;

в) геометрична побудова прямокутних трикутників з рівними гіпотенузами на перпендикулярові до межі поділу середовищ в точці падіння променя.

2. Моя оцінка нової технології визначення показника заломлення світла у склі, запропонованої автором [Так само, с.28]:

а) економить час, дає виграш;

б) ускладнює побудову, має ряд недоліків;

в) важка для пояснення учителем та сприймання учнями.

3. Що дає, на вашу думку, застосування кольорів для надання динаміки зображенню:

а) недоцільно ускладнює виконання дидактичного посібника (таблиці, малюнка на дошці, слайду і т.п.);

б) учні не сприймають динаміки зображення;

в) при постійному застосуванні значно розширить дидактичні можливості малюнка чи схеми.

Анкетування проводилось двічі: одразу при зустрічі, та вдруге, після виступу автора з поясненням нового підходу до вивчення дисперсії в курсі фізики середньої школи та безпосереднього виконання експерименту.

При обробці результатів анкетування застосовувався знаковий критерій для з'ясування доцільності використання експериментальної методики у спеціальних класах різних шкіл. З цією метою на курсах підвищення кваліфікації вчителів з'ясовувалась думка вчителів фізики вищої категорії, які працюють у спеціалізованих класах відносно нової технології визначення показника заломлення світла та вивчення явища дисперсії. Результати опитування кожного вчителя були розподілені за двома категоріями: "економить час, дає виграш в результаті" і "ускладнює побудову, має вади". Усього було дворазово опитано 24 одних і тих самих учителів. Результати дворазового виміру думки кожного вчителя є вимірами за шкалою порядку (двобальна шкала) такої якості, як відношення вчителя до технології вивчення дисперсії. Хронологічно це відбувалося після ознайомлення із статтею в журналі та після виступу автора на заключному семінарі.

У цих умовах можливе використання знакового критерію для виявлення тенденції зміни думки учителів відносно запропонованої методики. В умовах прийнятої шкали вимірів властивості, що вивчається, знак "+" надається парі виду: а) ускладнює побудову, має вади, б) економить час, дає виграш в результаті (результат першого опитування); знак "-" надається парі виду: в) економить час, дає виграш в результаті, г) ускладнює побудову, має вади (результат другого опитування); в усіх інших випадках парам надається знак "0".

Під час складання гіпотез враховувалось, що думки окремих учителів, які були одержані до початку експерименту, не дозволяли виявити тенденцію у відношенні до запропонованої технології. Тому в умовах експерименту, що проводився, нульова гіпотеза буде мати вигляд: $\mathbf{H_0}$ - протягом навчального року думка вчителів у відношенні нової технології визначення показника заломлення не зміниться. Тобто, альтернативна гіпотеза була сформульована наступним чином: $\mathbf{H_1}$

- думка вчителів у відношенні запропонованої технології зміниться на протязі навчального року.

Результати дворазового опитування 24-х вчителів подаємо у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Ставлення вчителів-практиків до вивчення дисперсії за новою технологією

Перша відповідь	Дає виграш	Дає виграш	Ускладнює побудову	Ускладнює побудову
Друга відповідь	Економить час	Ускладнює побудову	Дає виграш	Має вади
Знак різниці думок	0	-	+	0
Кількість вчителів	10	0	11	3

У відповідності до змісту гіпотез треба використовувати двосторонній знаковий критерій. Значення статистики критерію Т дорівнює кількості пар із знаком "+", тобто **T=11**. З 24-х пар 13 пар мають знак "**0**" (**10+3=13**), тобто **N=24-13=11.**

Для рівня значущості α**=0,05**, у відповідності до таблиці [50, с.127], **N-**t_α**=10**, і t_α**=1**, тобто **T>N-**t_α**,** що дозволяє на рівні значущості α**=0,05** відхилити нульову гіпотезу і прийняти альтернативну гіпотезу, причому можна не тільки стверджувати, що думка вчителів змінилась на протязі року, але і виявити тенденцію зміни у напрямку застосування нових технологій (кількість пар із знаком "+" більше кількості пар із знаком "-".

Ефективність і результативність застосування нових технологій з метою формування стійкого інтересу до вивчення фізики перевірялась як шляхом порів-

няння досягнень чи властивостей однієї і тієї ж групи учнів у різні періоди часу (залежних вибірок), так і різних груп учнів (незалежних вибірок).

Дослідження ефективності і результативності експериментальної методики навчання здійснювалось у два етапи: пошуковий і контролюючий експеримент. Під час проведення пошукового експерименту для одержання об'єктивних даних була достатня вибірка невеликого об'єму. Відповідно до цього, на даному етапі використовувались критерії, пристосовані саме для оцінки результатів порівняння двох вибірок невеликого об'єму.

При відборі критеріїв використовувались положення про те, що педагогічні дослідження, якщо вони пов'язані з вивченням особистості, як правило, спрямовані на вивчення і формування її психічних властивостей. Відомо, що всяка психічна властивість особистості розподілена безперервно. Це положення використовується багатьма психологами, педагогами та методистами, хоча воно ще не одержало достатнього обгрунтування.

На етапі **пошукового**, і головне, на етапі **контрольного** експерименту використовувались методи спостережень, соціометричний метод, та методи перевірки статистичних гіпотез.

Використовувалися результати педагогічних спостережень, та методу "шкали пізнавального інтересу" (**ШПІ**) стосовно кожного навчального заняття з фізики, кожного виконуваного завдання чи позакласного, позашкільного заходу.

ШПІ виступає у цьому випадку модифікацією соціометричного методу у психолого-педагогічному дослідженні пізнавального інтересу (Т.О. Матіс) [134, 217].

Методика застосування загального методу "шкали пізнавального інтересу" під час вивчення фізики у багатопрофільних ліцеях була такою. Після заняття або виконуваного завдання, заходу, учні отримували листи паперу, на яких була проведена вертикальна, або горизонтальна лінія-шкала у спрощеному і узагальненому вигляді. З метою збільшення об'єктивності кожного разу загальна довжина лінії змінювалась. Кінці лінії у всіх випадках були обов'язково обмежені, але поділок шкала не мала. Лише на перших 3 етапах позначалася середина шкали. Учні

ставили позначку (під час інструктування наголошувалося про те, що краще на графіку “прочитується” хрестик як фіксована точка), яка відповідала рівневі інтересу (було цікавим чи не цікавим) заняття, завдання і т.д. Під час обробки експерименту вимірювалося, наскільки близько, чи далеко від вершини шкали (вершина відповідає 100% інтересу) розташовувалися позначки учнів. Це дозволяє визначити, які заняття і завдання з фізики є цікавими для учнів та рівень інтересу кожного. Аналіз отриманих статистичних даних дозволяв оцінювати рівень сформованості інтересу до вивчення фізики на різноманітному фізичному матеріалі і методах його вивчення.

В експериментальних класах (ЕК) формування пізнавального інтересу учнів відбувалося за експериментальною методикою (п.3.1-3.4), в контрольних (КК) – за традиційною. В ЕК також додатково створювалось збагачене освітнє середовище засобами фізики (міжпредметні позашкільні заходи, вечори, створення фізичної VEB сторінки, реферативна робота, виготовлення саморобних приладів). Як у ЕК так і КК під час вивчення фізики епізодично використовувались комп'ютери (різні за класом і відповідними можливостями) та існуюче програмне забезпечення до них.

В експерименті взяли участь 196 учнів 8-х і 11-х експериментальних класів (ЕК), та 202 учні 8 та 11-х класів контрольних класів (КК). В ході експерименту дотримувалася умова рівного представництва (у %) в ЕК і КК учнів, що навчаються за фізико-математичним та технічним профілем (25%), природничим профілем (35%), гуманітарним профілем (40%).

Методом **"ШПІ"** були експериментально перевірені дев'ять основних визначених параметрів та дидактичних засобів вивчення фізики з точки зору впливу на формування пізнавального інтересу в учнів у багатопрофільному ліцеї, які були відібрані на основі відповідного проведеного аналізу у розділі II.

1. Використання на уроці знань із інших предметів (міжпредметні зв'язки).
2. Постановка запитань і самостійне складання фізичних навчальних задач учнем.
3. Демонстраційний фізичний експеримент.

4. Фронтальний фізичний експеримент.
5. Вивчення матеріалу підручника.
6. Пояснення матеріалу вчителем.
7. Самостійне розв'язування фізичних задач.
8. Використання комп'ютерних технологій під час вивчення фізики.
9. Використання на уроці елементів цікавої фізики.

Найвищий ранг щодо пізнавального інтересу в ЕК отримало використання елементів цікавої фізики за експериментальною методикою (відповідно 78% від загальної кількості учнів, що приймали участь у експерименті та 56% у КК).

Другий ранг в ЕК отримав фронтальний фізичний експеримент (72% від загальної кількості учнів, що приймали участь у експерименті), тоді як у КК цей показник відповідповідно склав лише 50%. Такі значні відмінності у результатах ми пояснюємо, з одного боку – використанням інноваційних технологій проведення фронтального фізичного експерименту з геометричної оптики, а з другого – недостатністю такого експерименту в традиційному викладанні взагалі.

Третій ранг (і досить несподівано) у ЕК був відданий поясненню матеріалу фізики вчителем (63% від загальної кількості учнів, що приймали участь у експерименті, проти 61% відповідно у КК). Отриманий результат є досить серйозним аргументом на захист стосовно особистісного фактору вчителя у навчально-виховному процесі і особистісно-орієнтованого навчання в цілому. Цікавим є і співпадаюча роль фактору як в ЕК так і в КК, що свідчить про його значні невикористані резерви.

Четвертий ранг у ЕК фактично поділили демонстраційний фізичний експеримент та використання комп'ютера на уроках фізики (60% та 61% від загальної кількості учнів, що приймали участь у експерименті). У КК ці показники відповідно склали 43% та 35%. Якщо співпадання позицій фактору демонстраційного фізичного експерименту можна цілком логічно пояснити відсутністю принципових змін відносно нього у ЕК та КК, то показники щодо використання комп'ютера на уроках фізики потребують додаткової інтерпретації. Можливо, на результати експерименту вплинули неоднакові умови забезпеченості сучасною комп'ютерною технікою та

програмного забезпечення. В ліцеях, як правило, оснащеність комп'ютерних класів вища.

Отримані результати отримали інтерпретацію у вигляді діаграми, що зображена на рис. 3.17.

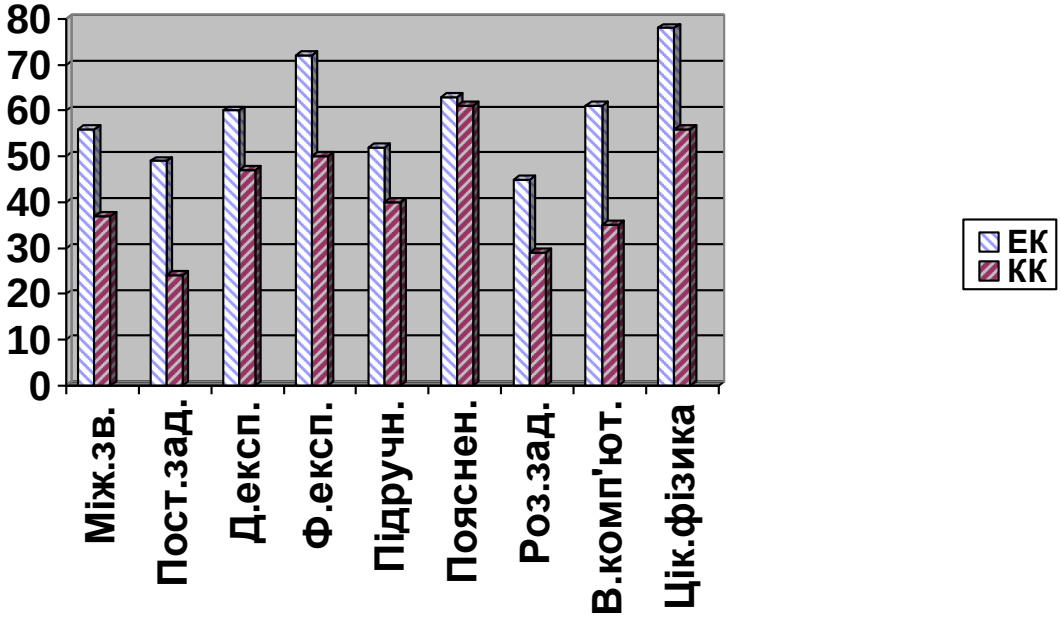


Рис. 3.17. Порівняльні діаграми соціометричного оцінювання дидактичних засобів формування пізнавального інтересу в експериментальних (ЕК) та контрольних (КК) класах

Порівняльні результати стосовно використання міжпредметних зв'язків (56% - ЕК, 41% - КК), самостійної роботи учнів з підручником фізики (52% - ЕК, 40% - КК), постановки запитань і складання задач (49% - ЕК, 24% - КК), розв'язування фізичних задач (45% - ЕК, 29% - КК), свідчать про значне збільшення абсолютних показників у формуванні пізнавальних інтересів у учнів експериментальних класів.

Дещо за інщою динамікою буде відбуватися ранжування рівнів пізнавального інтересу у контрольних класах (у порядку зниження): I ранг - пояснення фізичного матеріалу вчителем; II ранг -демонстраційний фізичний експеримент; використання елементів цікавої фізики; III ранг - фронтальний фізичний експеримент; IV ранг - реалізація міжпредметних зв'язків; Vранг - робота з матеріалом підруч-ника; VI

ранг - використання комп'ютера на уроці; VII ранг - розв'язування задач; VIII ранг – самостійна постановка запитань і задач учнями.

За експертними оцінками на *початковому (репродуктивно-фактологічному)* рівні зформованості пізнавального інтересу до вивчення фізики в ЕК і КК знаходились відповідно 19% і 36% учнів. На *середньому (описово-пошуковому)* рівні – відповідно 42% і 39% учнів. *Високий (творчий)* рівень відповідно був у 39% і 25% учнів.

Результати вимірювання впливу на формування пізнавального інтересу учнів основних параметрів вивчення фізики та оцінювання зформованості пізнавального інтересу за визначеними рівнями, на наш погляд, дозволяє зроботи висновки про серйозні структурні зміни у формуванні пізнавального інтересу засобами запропонованої експериментальної методики при вивченні фізики у багатопрофільних ліцеях.

Для експериментальних класів у багатопрофільних ліцеях якісний показник охоплення читанням популярної додаткової літератури з фізики (початок у списку якої становили саме книжки Я.І.Перельмана), складав за нашими підрахунками 64%, тоді як у контрольних класах він становив у середньому 12% (в спеціальних опитуваннях брали участь 194 учнів експериментальних та 201 учень контрольних класів). Саме такою була статистика відповідей на запитання анкети "Назвіть 2-3 автори, або назви науково-популярних книг з фізики, які ви прочитали (читаєте) останнім часом".

Цікаво, що на інше запитання анкети "Чи читаєте Ви популярну додаткову літературу з фізики?" ствердні відповіді становили значно більший відсоток і різниця між контрольними і експериментальними класами не була такою разючою (79% та 63% відповідно). Швидше за все, у цьому випадку учні як ЕК так і КК свій намір читати додаткову популярну літературу з фізики схильні були видавати за реальність, з погляду на очевидне соціальне схвалення такої діяльності.

Дуже цікаві результати своїх багаторічних спостережень наводить Б.І. Дегтярьов у своєму дослідженні організації навчальної роботи на уроках фізики. Він

перевіряв, на що учні витрачають час при традиційному усному опитуванні їх товаришів біля дошки чи з місця.

Виявляється, що “думали про різне, але не про навчальний предмет” - 53%, а слідкували за відповіддю товариша” - лише 14%.

В результаті проведеного нами педагогічного дослідження, ми доповнили цю невеличку анкету своєю, властивій нашій методиці опитування, позицією: “Готували додаткове питання для товариша, який відповідає”. Це, на наш погляд, характеризує зацікавлене ставлення до відповідей інших учнів, і до фізичного матеріалу в цілому.

Учні вже звикли, що після відповіді на питання учителя, або замість нього, коли учень не готовий відповідати, його однокласники мають можливість поставити одне, або декілька власних питань з теми.

Це дає великі можливості для формування із гурту дітей учнівського колективу, гуманістичне виховання особистості на уроці. Відразу визначається психологічний стан у класі і завдання вчителя - легко та вміло його скорегувати.

Наводимо таблицю результатів проведеного експерименту у порівняльному варіанті:

Таблиця 3.3.

Зайнятість учнів під час усного опитування

	Під час опитування товариша біля дошки	*У Дегтярьова Б.І* (%)	*У нас* (%)
1	Слідкували за відповіддю товариша	14,8	63
2	. Думали про те, що будуть відповідати, коли вчи тель запитає його	19,4	2
3	Думали про предмет	9,3	-
4	Думали про різне, але не про урок	53, 8	-
5	Займались сторонніми справами	2,8	-
6	Готували додаткове питання для товариша	-	78

Нагадаємо також відому істину, що на основі відповіді судять лише про гостроту розуму, тоді як по заданому запитанню - про його глибину. Обов'язковою умовою до поставленого запитання є знання відповіді тим, хто це питання ставить. І часто на власне запитання учень доповнює відповідь, або ж оцінює її вірність у процесі порівняння.

Отже, на уроці практично не залишається не зацікавлених, байдужих до того, що діється під час опитування. Причому, відбувається це без примусу, за власним бажанням. А, значить, не втомлює, і водночас стимулює активну розумову роботу кожного учня. Позитивні емоції при цьому знімають напругу та перевантаження від розумової діяльності.

З метою статистичної обробки результатів формуючого педагогічного експерименту застосовувалися методи перевірки статистичних гіпотез, що грунтуються на порівнянні вимірів деякої властивості у членів двох **незалежних** вибірок: 1) критерій χ^2 (хі-квадрат); 2) критерій Колмогорова-Смирнова.

1. **Критерій χ^2** використовувався для порівняння розподілів об'єктів двох сукупностей за станом деякої властивості у двох незалежних вибірках із розглядуваних сукупностей. Перевірялась результативність проведення контрольних робіт з фізики у 11-х експериментальних (ЕК) та контрольних класах (КК) шкіл м. Запоріжжя (січовий колегіум, багатопрофільний ліцей №99 та ін.). Наведемо один із варіантів пропонованої контрольної роботи, що не суттєво відрізняється від традиційних робіт для 11-х класів середньої загальноосвітньої школи [175].

Варіант 1.

1. Побудувати та дати коротку характеристику зображення даного предмета у збиральній лінзі.

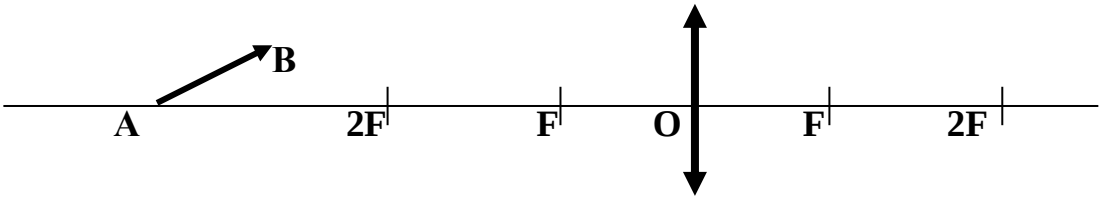


Рис. 3.18. Ілюстрація до задачі №1 контрольної роботи

2. Предмет розташувати на відстані 15 см від розсіювальної лінзи. Фокусна відстань лінзи становить 10 см. Яка відстань від лінзи до зображення? Чому дорівнює оптична сила лінзи?

3. Водолазові, який перебуває під водою здається, що сонячні промені падають під кутом 60° до поверхні води. Яка кутова висота сонця над горизонтом?

4. Чи може людина засмагнути в кімнаті біля освітленого сонцем вікна, якщо сонячне світло проходить крізь віконне скло?

5. Чим, з фізичної точки зору, можна пояснити білий колір снігу, зелений колір листя, синьо-жовтий колір прапора України?

6. Чому під час спостереження кольору одного й того самого окремого місця на поверхні мильної бульбашки картина безперервно змінюється?

Результати виконання робіт двома вибірками учнів використовуємо для перевірки гіпотези про те, що експериментальний методика формування пізнавального інтересу до вивчення фізики сприяє кращому умінню розв'язувати фізичні навчальні задачі на високому рівні, тобто учні експериментальних класів у середньому будуть отримувати кращі оцінки, ніж учні звичайних спеціалізованих класів.

Вибірки учнів утворені в ЕК та КК є випадковими і незалежними, властивість, що вимірюється (уміння розв’язувати та оформляти результати контрольних робіт з фізики) має неперервне розподілення і вимірюється за шкалою порядку, яка має 3 категорії: “задовільно”,”добре” і “відмінно”. Аналіз показує, що у даному випадку виконуються усі вимоги критерію Вілкоксона-Манна-Уітні, який дозволяє перевірити сформульовану гіпотезу. Однак, у зв’язку з невеликою кількістю категорій шкали вимірів (три категорії) значна частина експериментальних даних складає ланцюжки однакових значень, що знижує точність висновків, одержаних на основі використання цього критерію. Тому будемо користуватись двостороннім критерієм χ^2 (хі-квадрат), пристосованим для тих ситуацій, коли експериментальні данні записані у формі таблиці 2xC (у нашому випадку 2x3, бо C=3).

Результати виконання контрольних робіт учнями обох вибірок у експериментальних (ЕК) та контрольних класах (КК) запишемо у вигляді таблиці форматом 2х3:

Таблиця 3.4.

Результати контрольної роботи з оптики учнів в ЕК та КК

	Категорія 1 “задовільно”	**Категорія 2 “добре”**	**Категорія 3 “відмінно”**
Вибірка 1	$\theta_{11} = 5$	$\theta_{12} = 27$	$\theta_{13} = 47$
Вибірка 2	$\theta_{21} = 12$	$\theta_{22} = 36$	$\theta_{23} = 31$

Позначимо p_{1i} (**i**=1,2,3) статистичну ймовірність виконання роботи учнями першої вибірки на оцінку ***i***; p_{2i} (**i**=1,2,3) – статистичну ймовірність виконання роботи учнями другої вибірки на оцінку ***i***.

На основі експериментальних даних, що увійшли до нашої таблиці, перевіряємо нульову гіпотезу $\mathbf{H_0}$: $p_{1i} = p_{2i}$ для всіх категорій (С=3). Альтернативною є гіпотеза $\mathbf{H_1}$: $p_{1i} \neq p_{2i}$ хоча б для однієї із згаданих трьох категорій. Робимо обчислення експериментальної (спостережуваної) статистики за формулою [50, с.106]:

$$T = \frac{\frac{1}{n_1 \cdot n_2}\sum (n_1\theta_{2i} - n_2\theta_{1i})^2}{(\theta_{1i} + \theta_{2i})} = \frac{1}{79 \cdot 79}\left[\frac{(79 \cdot 12 - 79 \cdot 5)^2}{12+5} + \frac{(79 \cdot 36 - 79 \cdot 27)^2}{36+27} + \frac{(79 \cdot 31 - 79 \cdot 47)^2}{47+31}\right] =$$

$$= \frac{1}{6241}\left[17988 + 8024 + 20224\right] \approx 7{,}5$$

За табличними даними [50, с.130] для $\alpha = 0{,}05$ і кількості ступенів вільності $\nu = C-1 = 2$ знаходимо критичне значення статистики критерію Т:

$x_{1-\alpha} = 5{,}991$. Тобто виконується нерівність:

$T_{спост.} > T_{кр.}$ (7,5 > 5,991)

У відповідності до правила прийняття рішення одержані результати дозволяють відхилити нульову гіпотезу $\mathbf{H_0}$ і прийняти альтернативну $\mathbf{H_1}$. Отже, таким чином, можна зробити висновок про те, що учні експериментальних класів під час виконання контрольних робіт з фізики на розв'язування навчальних задач по-

казали кращі результати ніж учні, які навчались без застосування експериментальної методики.

2. **Критерій Колмогорова-Смирнова** визнається чутливим у застосуванні для пошуку будь-якої різниці функції розподілу цієї властивості у деяких розглянутих сукупностях (середніх значень, дисперсій та ін.).

Критерій Колмогорова-Смирнова використовувався нами для оцінки результатів педагогічного експерименту. В експериментальних та контрольних класах виконувалась лабораторна робота “Визначення показника заломлення світла у склі” за різними методиками. Під час проведення даної роботи в експериментальній групі використовувались спеціальні інструкції до неї.

Учні контрольної вибірки виконували роботу за типовою інструкцією, наведеною в підручнику [43].

В експерименті брали участь учні 11-х класів: гуманітарного з багатопрофільного ліцею №99 та січового колегіуму м. Запоріжжя. Частина з них виконувала роботу за експериментальною методикою, частина - за традиційною.

У проведеному експерименті виконуються усі вимоги, необхідні для використання критерію Колмогорова-Смирнова як математичної статистики непараметричного методу у педагогічному дослідженні [50] для визначення ефективності експериментальної методики. Результати виконання учнями лабораторної роботи із 6 завдань, спрямованих на виконання експериментальних і обчислювальних умінь, використовувались як один із важливих показників варіантів методики, які перевірялися. Оскільки виконання лабораторної роботи оцінювалося кількістю вірних відповідей, що змінювалась від 0 до 6, можна вважати, що досліджувана властивість учнів (засвоєння експериментальних вмінь і подальше перетворення і використання результатів експерименту) вимірюється за інтервальною шкалою.

З метою визначення ступеня виконання лабораторної роботи ми розбивали обсяг і результати її виконання на 6 рівнів, що відповідали основним її завданням:

1. Запис та чітке формулювання теми, мети роботи, та необхідного і достатнього обладнання.

2. Проведення та наявність записів необхідних вимірювань та обчислень, вірне заповнення складеної таблиці.

3. Виконання обчислень похибок вимірювання із вказуванням відхилень окремих значень однієї величини, або розходження результатів із табличними значеннями.

4. Виконання малюнку, що вірно з фізичної точки зору ілюструє хід виконання роботи. Зокрема, хід променів у оптичному приладі.

5. Формулювання висновку з бажаним вказуванням причинно-наслідкових зв'язків досліджуваної величини чи закономірності.

6. Виконання додаткового завдання, відповідь на контрольні запитання.

Перевірялась гіпотеза $\mathbf{H_0}$:$F(x)=G(x)$, або припущення про однаковість функцій розподілення оцінок за балами стосовно виконання інноваційної лабораторної роботи серед учнів, які вивчались за різними методиками (за експериментальною та традиційною).

З метою спрощення обчислень статистики критерію для перевірки сформульованої гіпотези був використаний двосторонній критерій Колмогорова-Смирнова для вибірок однакового об'єму.

З цією метою, із числа одинадцятикласників, що виконували лабораторну роботу і навчались за різними варіантами методики методом випадкового відбору було взято по 100 учнів. В результаті випадкового відбору були сформовані дві вибірки (f_1 - ті, що вивчались за експериментальною методикою і f_2 - за звичайною) рівні за об'ємом $n_1 = n_2 = n = 100$ учнів.

Альтернативна гіпотеза $\mathbf{H_1}$:$F(x) \neq G(x)$ передбачає, що функції розподілення балових оцінок не однакові у двох розглянутих сукупностях учнів.

Максимальне значення виразу для різниці накопичених частот у вибірках №1 і №2 $\left|\sum f_1 - \sum f_2\right|$ становить 31.

Тобто: $T_1 = (1/n) \cdot max \left|\sum f_1 - \sum f_2\right| = (1/100) \cdot 31 = 0{,}31.$

Таблиця 3.5.

Таблиця для знаходження статистики критерію Колмогорова-Смирнова за результатами виконання лабораторної роботи "Визначення показника заломлення світла у склі" у експериментальних (вибірка №1) та контрольних (вибірка №2) класах

Кількість вірних відповідей	Абсолютна частота у вибірці №1, f_1	Абсолютна частота у вибірці №2, f_2	Накопичена частота у вибірці №1, $\sum f_1$	Накопичена частота у вибірці №2, $\sum f_2$	$\left\lvert \sum f_1 - \sum f_2 \right\rvert$
6	35	17	100	100	0
5	33	20	65	83	18
4	23	27	32	63	31
3	5	15	9	36	25
2	4	13	4	21	17
1	0	7	0	8	8
0	0	1	0	1	1

Критичне значення критерію знаходимо за формулою для виборок відносно великого об'єму (n>40). Для нашого випадку експериментальні значення $n_1 = n_2 = n = 100$.

$$W_{1-\alpha} = \lambda_\alpha \frac{\sqrt{(n_1 + n_{2)}}}{n_1 n_2} \quad [50]$$

Для значення $\alpha = 0{,}05$ маємо значення $\lambda_\alpha = 1{,}36$

$$W_{1\text{-}\alpha} = 1{,}36 \cdot \frac{\sqrt{200}}{10000} \approx 0{,}192.$$

Тобто виконується нерівність:

$T_{спост.} > W_{1-\alpha}$ (0,31 > 0,192).

Тому у відповідності до правила прийняття рішення нульова гіпотеза відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза **H_1**, що дозволяє зробити висновок про різницю у розподілі оцінок у балах за виконання лабораторної роботи творчого характеру серед учнів, які навчались за експериментальною і традиційною методиками.

Висновки з третього розділу

За результатами проведеного змістовного аналізу, констатуючого та пошукового експерименту в умовах навчальних закладах нового типу (багатопрофільних ліцеїв), було розроблено або суттєво модернізовано на основі інноваційних технологій ряд основних дидактичних засобів формування пізнавального інтересу, які суттєво доповнюють їх традиційну систему, визначену на основі теоретичного аналізу проблеми дослідження у першому і другому розділах. Визначення нових та модернізація відомих дидактичних засобів формування пізнавального інтересу дозволили розробити методику їх застосування в умовах навчально-виховного процесу з фізики у багатопрофільному ліцеї.

Зокрема: методику проведення інноваційного фронтального фізичного експерименту з дисперсії світла; методика експериментального пояснення та перевірки учнями описових елементів цікавої фізики у формуванні пізнавального інтересу; методику розв'язування і складання фізичних задач-досліджень учнями з використанням фронтального фізичного експерименту; використання питань цікавої метрології; використання нових інформаційних технологій на уроках фізики; використання міжпредметних зв'язків на прикладі задач з міжпредметним змістом на уроках фізики в умовах багато-профільного ліцею; методику збагачення освітнього середовища як на уроках фізики, так і в позаурочний час.

Розроблена і описана методика грунтується на ряді визначених педагогічних технологій на матеріалі оптики, окремі з яких розроблені автором з метою формування інтересу учнів до вивчення фізики. Серед визначених педагогічних технологій, які відіграють значну роль у формуванні пізнавальних інтересів у ви-

вченні фізики, є такі, що відносяться до інноваційних. Зокрема, інноваційна педагогічна технологія при вивченні дисперсії світла в курсі фізики середньої школи. Автор брав участь у розробці прикладного застосування та експериментально перевірив використання з метою формування в учнів пізнавального інтересу методи і технології графічної візуалізації ахроматичних і хроматичних ліній у геометричній оптиці. Визначені технології були покладені в основу описаної експериментальної методики експериментального пояснення та перевірки учнями описових елементів цікавої фізики у формуванні пізнавального інтересу.

Розроблені технології можна охарактеризувати за кількома класифікаційними ознаками. Проте можна ввести іще один класифікаційний критерій – спеціальність. Так як існують за аналогією, окрім загальнонаукових, спеціальні методи пізнання в фізиці (спектральний метод і ін.). Розроблена технологія належить до спеціальних у загальній технології фронтального фізичного експерименту.

Констатуючий педагогічний експеримент, проведений з учнями багатопрофільного ліцею №99, та січового колегіуму м. Запоріжжя показав, що розроблені інноваційні технології справді дають позитивні результати у формуванні високого рівня інтересу до вивчення фізики.

Можна виокремити три основні рівні зформованості пізнавального інтересу до вивчення фізики в учнів багатопрофільних ліцеїв:

1. **Початковий.** Базується на емпіричних знаннях; безпосередньому емоційному інтересі учнів до нових фактів, явищ, цікавих дослідів. Це **ситуативний, аморфний рівень.** Самий нестійкий, потребує постійної підтримки.

2. **Середній.** Це прикладний рівень, потребує пошуку, здогадки, активного оперування вже наявними знаннями (як емпіричними, так і теоретичними). За ознакою стійкості це **вибірковий рівень -** прояв зацікавленості до певного обмеженого кола предметів, явищ, процесів на тлі досить невисокого загального пізнавального інтересу. Передбачає розв’язування прикладних навчальних фізичних задач.

3. **Високий (творчий).** Для цього рівня характерний творчий пошук глибоких причинно-наслідкових зв’язків окремих понять, зокрема у процесі самостій-

ного складання і розв'язування фізичних задач, планування і проведення фізичних дослідів, самостійного проектування та виготовлення приладів, тощо. Найвищий за ознакою стійкості, з властивою **внутрішньою мотивацією та потребами** (коли фізика обирається як випускний екзамен в школі і вступний іспит у продовженні навчання). Як правило, супроводжується **широтою** сформованих пізнавальних інтересів та утворенням **стрижневого** інтересу.

Основні положення дисертаційного дослідження перевірялись у ході констатуючого (1993 – 1995р.р.), пошукового (1996 – 1998р.р.) і формуючого (1998 – 2002р.р.) експериментів. На різних його етапах було охоплено 657 учнів.

На **етапі формуючого педагогічного експерименту** (багатопрофільний ліцей №99 м. Запоріжжя, Запорізький січовий колегіум) методом ШПІ перевірявся рівень пізнавального інтересу в ЕК та КК за визначеними основними параметрами вивчення фізики з точки зору формування пізнавального інтересу: використання на уроці знань з інших предметів (міжпредметні зв'язки); постановка запитань і самостійне складання фізичних навчальних задач учнем; демонстраційний фізичний експеримент; фронтальний фізичний експеримент; вивчення матеріалу підручника; пояснення матеріалу вчителем; самостійне розв'язування фізичних задач; використання комп'ютерних технологій під час вивчення фізики та використання на уроці елементів цікавої фізики.

Пріоритетним (І ранг) у формуванні пізнавального інтересу в ЕК при вивченні фізики стало використання елементів цікавої фізики за експериментальною методикою (відповідно 78% від загальної кількості учнів, що приймали участь у експерименті та 56% у КК).

На друге місце (ІІ ранг) в ЕК вийшов фронтальний експеримент (72% від загальної кількості учнів, що приймали участь у експерименті), тоді як у КК цей показник склав лише 50%. З одного боку це можна пояснити, на наш погляд, використанням інноваційних технологій проведення фронтального фізичного експерименту з геометричної оптики, а з другого – недостатністю такого експерименту в традиційному викладанні взагалі.

До трійки провідних засобів формування пізнавального інтересу у ЕК за результатами експериментальних вимірів слід віднести також пояснення матеріалу фізики вчителем (63% від загальної кількості учнів, що приймали участь у експерименті, проти 61% відповідно у КК). Це підтверджує роль особистісного фактору вчителя у навчально-виховному процесі і особистісно-орієнтованого навчання в цілому. Цікавим є і співпадаюча роль фактору як в ЕК так і в КК, що свідчить про його значні невикористані резерви.

Вагомими показниками у формуванні пізнавального інтересу є також демонстраційний фізичний експеримент та використання комп'ютера на уроках фізики (60% та 61% від загальної кількості учнів, що приймали участь у експерименті). У КК ці показники відповідно склали 43% та 35%. Співпадання позицій формування пізнавального інтересу засобами демонстраційного фізичного експерименту можна пояснити відсутністю принципових змін відносно нього у ЕК та КК. Отримані дані у використанні комп'ютера на уроках фізики потребують, на наш погляд, деяких пояснень: на результати експерименту вплинули неоднакові умови забезпеченості сучасною комп'ютерною технікою та програмного забезпечення до неї у різних школах. В ліцеях, як правило, оснащеність комп'ютерних класів та відповідного програмного забезпечення на уроках фізики є вищою.

Порівняння результатів використання міжпредметних зв'язків (56% - ЕК, 41% - КК), самостійної роботи учнів з підручником фізики (52% - ЕК, 40% - КК), постановки запитань і складання задач (49% - ЕК, 24% - КК), розв'язування фізичних задач (45% - ЕК, 29% - КК), свідчать також про суттєве збільшення вимірюваних абсолютних показників у формуванні пізнавальних інтересів в учнів експериментальних класів.

Показники значущості різних дидактичних засобів у формуванні пізнавальних інтересів в КК відрізняються не лише в абсолютному вимірі але і на якісному рівні. Так до трійки провідних засобів тут увійшли: пояснення фізичного матеріалу вчителем (I ранг); демонстраційний фізичний експеримент (II ранг); використання елементів цікавої фізики; фронтальний фізичний експеримент (III ранг).

Можна зробити висновок, що за результатами порівняльного експерименту показники пізнавального інтересу в ЕК в цілому суттєво перевищували відповідні показники в КК.

Об’єктивність результатів проведеного порівняльного експерименту перевірялась і була доведена за допомогою різних методів математичної статистики, розробленими для педагогічних досліджень (непараметричного статистичного критерію Колмогорова-Смирнова, критерію χ^2), а також порівняльним оцінюванням рівнів зформованості пізнавального інтересу за встановленими критеріями.

На **початковому** рівні зформованості пізнавального інтересу до вивчення фізики в ЕК і КК знаходились відповідно 19% і 36% від кількості учнів, що брали участь в експерименті. На **середньому** рівні – відповідно 42% і 39% учнів. На **високому** рівні відповідні показники склали 39% в ЕК і 25% в КК. Отримані дані свідчать про суттєві кількісні і якісні відмінності результатів навчання в ЕК та КК і ефективність використання експериментальних засобів формування пізнавального інтересу до вивчення фізики.

В И С Н О В К И

1. У результаті досліджень встановлено, що узагальненою позицією як психологів, так і педагогів, зокрема дидактів і методистів, вчителів-практиків є визнання виключної важливості завдання формування пізнавальних інтересів, та їх вирішальний вплив на результати навчання учнів. Пізнавальний інтерес актуалізує найбільш важливі елементи знань, сприяє успішному засвоєнню вмінь і навичок *(як засіб навчання);* сприяє зустрічному рухові учня до вчителя, що необхідний для успішного процесу навчання *(як засіб учіння);* впливає на формування особистості, необхідної суспільству (допитливої, активної, пошукової, творчої) *(як стійка риса особистості учня).*

Узагальнений традиційний підхід у дослідженнях з проблеми розвитку та формування пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики ще залишається орієнтованим на: “середнього” учня недиференційованої школи; не достатньо повно визначену порівняльну ефективність застосування засобів формування пізнавального інтересу; апріорну "меншовартість" і нехтування особистісних інтересів учнів у порівнянні з суспільними та суспільною практикою.

2. Проблема визначення і формування пізнавальних інтересів в учнів до вивчення фізики відноситься до складних, що характеризується в психолого-педагогічному плані комплексністю і багатоаспектністю. Актуальною стає реалізація системного підходу у визначенні і дидактичних моделях формування феномену пізнавального інтересу: через емоційні, інтелектуальні (пам'ять, мислення), регулятивні (увага, воля) компоненти. Більш повне і системне врахування психолого-педагогічних засад пізнавального інтересу сприяє ефективній реалізації концепції гуманізації та особистісно-орієнтованого навчання фізики у загальноосвітніх середніх закладах і, зокрема, багатопрофільному ліцеї.

3. Традиційна емпірична **система дидактичних засобів формування пізнавального інтересу (ДЗФПІ)** містить у своїй структурі основні їх групи (підсистеми): *засоби, віднесені до особистості вчителя фізики; засоби організованої*

вчителем пізнавальної діяльності учнів; засоби змісту навчального матеріалу з фізики; засоби, віднесені до діяльності вчителя у процесі навчання; засоби, віднесені до позакласної роботи вчителя і діяльності учнів.

У традиційному вивченні оптичних явищ та оптики в курсі фізики багатопрофільних шкіл-ліцеїв у порівнянні з методичним забезпеченням інших розділів спостерігається кількісний і якісний дефіцит ДЗФПІ, особливо фронтальних фізичних експериментів, що виконуються учнями, цікавих фізичних дослідів і т.д.

4. Основним джерелом і важливим показником пізнавального інтересу школяра переважно є поглиблена діяльність учіння, спрямована на вирішення пізнавальної задачі. Найвищий рівень такої діяльності - творчий.

5. Загальними психолого-педагогічними особливостями розвитку інтересу до вивчення фізики учнями-підлітками у багатопрофільній школі-ліцеї є: 1) емоційна чутливість і неврівноваженість, сензитивність до формування пізнавального інтересу; 2) початок встановлення кола інтересів, які володіють відомою стійкістю; 3) переключення інтересів з окремого і конкретного на абстраговане і загальне (теоретичне); 4) одночасна поява інтересу до практичного застосування отриманих знань та до питань практичного життя; 5) зростання інтересу до психічних переживань інших людей і особливо своїх власних; 6) початок диференціації і спеціалізації інтересів; 7) спрямованість інтересів на певну сферу діяльності, професію.

6. Відомі описи загальної методики (шляхів) формування пізнавального інтересу до вивчення фізики у загальноосвітніх навчальних закладах, з погляду на системний підхід до визначення феномену пізнавального інтересу, потребують уточнення стосовно розширення базису початкової стадії та виокремлення емоційної компоненти. Узагальнена модель-схема традиційного формування пізнавального інтересу до вивчення фізики може бути визначена у вигляді:

$$З \longrightarrow Ц \longrightarrow Д \longrightarrow ПІ$$

(від здивування до цікавості, від неї до активної допитливості та прагнення дізнатися якомога більше, від них - до міцних знань та наукового пошуку).

Уточнена узагальнена модель-схема формування пізнавального інтересу до вивчення фізики у багатопрофільних школах-ліцеях має такий вигляд: від емоції інтересу та реакції здивування до цікавості, від неї до активної допитливості та прагнення дізнатися якомога більше, і далі - до міцних знань та наукового пошуку.

ЕІ (З) ⟶Ц ⟶ Д⟶ ПІ

Емоцію інтересу в учнів доцільно викликати шляхом застосування педагогічної майстерності вчителя: від залучення до стану спільного мислення вчителя і учнів до емоційного спільного переживання і далі – до стану спільної дії (фізичне експериментування, розв'язування і складання фізичних задач під керівництвом вчителя і т.д.).

7. Встановлено, що особливістю, яка сприяє формуванню пізнавальних інтересів учнів до вивчення фізики у багатопрофільному ліцеї є збагачене освітнє середовище. Воно створюється за допомогою *конкурсного набору до ліцею, спеціально спрямованого (поглибленого, інтегрованого і т.д.) змісту навчального і допоміжного матеріалу з фізики* та *взаємовплив під час спілкування* учасників навчального процесу у ліцеї. Необхідними умовами створення середовища є підтримання вчителем інтелектуального, творчого мікроклімату на уроках і в позаурочний час, "цікавого інформаційного простору" у фізичному кабінеті доступними засобами, орієнтація більшості учнів на досягнення успіхів у навчанні, формування як поглиблених, стрижневих (вглиб) так і широких інтересів через міжпредметні зв'язки з іншими профільними дисциплінами (вшир).

8. Для розвитку **пізнавального інтересу** до вивчення фізики у багатопрофільних школах-ліцеях доцільно використовувати модернізовані дидактичні засоби у його формуванні, на основі інноваційних педагогічних технологій. Застосування інноваційного фронтального фізичного експерименту та методики його проведення з дисперсії світла на призмі, сферичної та хроматичної аберацій у лінзах, повного внутрішнього заломлення на напівциліндричній лінзі, дослідження проходження гомоцентричних пучків через плоско-паралельну пластинку ство-

рює можливості для поглибленого вивчення явищ геометричної та хвильової оптики у багатопрофільних школах-ліцеях.

9. Розроблені на основі інноваційних педагогічних технологій ряд дидактичних засобів формування пізнавального інтересу та методика їх застосування у навчально-виховному процесі, які суттєво модернізують і доповнюють їх традиційну систему: інноваційний фронтальний фізичний експеримент з дисперсії світла (результатом якого стає обгрунтоване застосування кольорів у геометричній оптиці); методика експериментального пояснення та перевірки учнями описових елементів цікавої фізики; методику розв'язування і складання фізичних задач-досліджень учнями з використанням фронтального фізичного експерименту; використання елементів цікавої метрології; використання міжпредметних зв'язків на прикладі задач з міжпредметним змістом на уроках фізики в умовах багатопрофільного ліцею.

10. В результаті педагогічного експерименту за допомогою методу шкалування пізнавального інтересу визначена порівняльна пріоритетність розроблених і традиційних ДЗФПІ (всього порівнювалось 8 параметрів) . В ЕК - методика експериментального пояснення та перевірки учнями описових елементів цікавої фізики (І ранг); інноваційний фронтальний фізичний експеримент (ІІ ранг); пояснення навчального матеріалу вчителем (ІІІ ранг). В КК - пояснення фізичного матеріалу вчителем (І ранг); демонстраційний фізичний експеримент (ІІ ранг); використання елементів цікавої фізики; фронтальний фізичний експеримент (ІІІ ранг). Пріоритетні показники пізнавального інтересу в ЕК багатопрофільних шкіл-ліцеїв мали якісно нову структуру та в цілому суттєво перевищували відповідні показники в КК.

11. Конкретизація наведених дидактичних засобів на матеріалі розділів "Світлові явища" у VIII класі та «Електромагнітні хвилі» в XI класі, а також для класів із поглибленим вивченням фізики "Світлові хвилі та оптичні прилади" в XI класі дозволила застосувати розроблені ДЗФПІ та методику їх використання у багатопрофільних школах-ліцеях м. Запоріжжя. Впровадження експериментальної методики підтвердило її ефективність у формуванні пізнавального інтересу до

вивчення фізики. Достовірність результатів проведеного порівняльного експерименту перевірялась і була доведена різними методами математичної статистики, розробленими для педагогічних досліджень (непараметричного статистичного критерію Колмогорова-Смирнова, критерію χ^2), а також порівняльним оцінюванням рівнів зформованості пізнавального інтересу за встановленими критеріями.

12. Дослідження варто продовжити у таких напрямах:

а) пошук нових дидактичних засобів формування пізнавального інтересу до вивчення фізики в багатопрофільних школах-ліцеях на основі розробки спеціального пропедевтичного курсу фізики, активних методів навчання;

б) проблеми розробки змісту та методики використання комп'ютерного забезпечення розвитку пізнавального інтересу до вивчення фізики у диференційованій загальноосвітній школі та інші.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аксельруд В. Технологія вивчення фактичного рівня загальноосвітньої підготовки учнів //Фізика та астрономія в школі. - 1997. - №1. - С. 16-33.

2. Активные методы обучения по физике /Под ред. П.И. Самойленко. - М.: НМЦ профессионального образования, 1993. - 68 с.

3. Актуальні проблеми педагогічної технології /Наук. ред. О.Б.Тернопольский. - Дніпропетровськ: Навчальна книга, 1996. - 163с.

4. Акритов Х. Развитие нитереса учащихся к механике // Физика в школе. — 1985. — №4. - С.38-43.

5. Актуальні проблеми психології навчання. - Х.: ХДПУ, 1995. - 230 с.

6. Алексюк А. Педагогика высшей школы. Курс лекций: Модульное обучение. - К.: Вища школа, 1993. - 247с.

7. Ангеловски К. Учителя и инновации. Книга для учителя. - М.: Просвещение, 1991. - 159 с.

8. Аристова Л.П. Активность учения школьника. - М.: Просвещение, 1986. - 139 с.

9. Асламазов Л.Г., Слободецкий И.Ш. Задачи по физике. - М.: Наука, 1980. - 205 с.

10. Ашкенази Г.И. Цвет в природе и технике. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 96с.

11. Бабанский Ю.К. Взаимосвязь закономерностей, принципов обучения и способов его оптимизации //Педагогика. - 1982. - №11. - С. 30-38.

12. Бабкин Н.И. Развитие познавательной и творческой активности школьников // Педагогика. - 1981. - №7. - С. 65-72.

13. Бакай І.П. Самостійні та контрольні роботи з фізики. 8-й кл.: Посібник для вчителів та учнів. - Х.: СП “Каравелла”, ТОВ “Друк ЛТД”, - 1996. - 77 с.

14. Башарин В.Ф. Педагогические технологии. Что это такое? //Специалист. - 1993. - №9. - С. 25.

15. Башкатов М.Н., Огородников Ю.Ф. Школьные опыты по волновой оптике /Под ред. Л.И.Резникова. М.: Изд. АПН РСФСР, 1960. – 84с.

16. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения: Пособие для учителя. - М: Просвещение, 1983. - 432 с.

17. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. - М.: Педагогика, 1990. - 179 с.

18. Біленко І.І. Фізичний словник. - К.: Вища школа, - 1979. - 336 с.

19. Блудов М.І. Бесіди з фізики. - К.: Промінь, 1982. - 390с.

20. Божович Е.Д. Психолого-педагогические требования к современному уроку //Педагогика. - 1988. - №9. - С. 31-36.

21. Божович Л.И. Познавательные интересы и пути их изучения //Известия АПН РСФСР, 1955.- Вып.73.- С.78-114.

22. Борбат О.М. , Смолянець В.В. Методика викладання оптики. К.: – Рад. Шк. – 1978. – 110 с.

23. Бугайов О.І. Концепція фізичної освіти в середній загальноосвітній школі України //Рідна школа. - 1993. - №3. - С. 16-19.

24. Бугайов О.І. Розвивати кращі традиції: Основні напрямки перебудови навчання фізики //Рад. шк. - 1988. - №7. - С. 34-38.

25. Бугайов О.І. Концепція фізичної освіти у 12-річній загальноосвітній школі (проект) //Фізика та астрономія в школі. - 2001. - №6. - С. 6-13.

26. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы. - М.: Просвещение, 1981.- 288 с.

27. Будний Б.Є. Фундаментальні поняття у структурі шкільного курсу фізики //Педагогіка і психологія. - 1995. - №1. - С. 27-30.

28. Буров В.А., Иванов А.И., Свиридов В.И. Фронтальные экспериментальные задания по физике: 10 кл./ Под ред. В.А.Бурова. – М.: Просвещение, 1987. – 48с.

29. Варга Я., Вюншманн М. и др. Важные факторы методики формирования глубоких и прочных знаний по физике // Совершенствование преподавания

физики в средней школе социалистических стран. - М.: Просвещение, 1985. - С. 244-249.

30. Векслер С.И. Условия эфективности руководства усвоением знаний на уроке //Педагогика. - 1982. - №2. - С. 40-41.

31. Внеурочная работа по физике / О.Ф.Кабардин, Э.М.Браверман и др.; Под ред. О.Ф.Кабардина. – М.: Просвещение, 1983. – 223с.

32. Волинський В.П., Гришко В.М., Самардак А.Я. Кабінет фізики - творча лабораторія вчителів. - К.: ІЗМН, - 1996. - 107 с.

33. Войцеховский Б.Т. Развитие творческих интересов учащихся //Сов. педагогика. - 1960. - №12. - С. 31-37.

34. Выготский Л.С. Педагогическая психология. /Под ред. В.В.Давыдова. - М.: Педагогика, 1991. - 480 с.

35. Гайдучок Г.М., Нижник В.Г. Фронтальний експеримент з фізики в 7-11 класах середньої школи. – К.: Рад. шк., 1989. – 175с.

36. Галатюк Ю.М. Організація дослідницької роботи учнів під час вивчення фізики в старших класах середньої школи: Автореф. дис... канд. пед. наук /13.00.02 /УДПУ ім. М.П.Драгоманова.- К., 1997.- 24с.

37. Гладышева Н.К. Применение игрушек при обучении физике в VI-VII классах // Физика в школе. — 1971. — №5. — С.62-68.

38. Гордон Л.А. Психологія і педагогіка інтересу. К.:1940.

39. Гончаренко С.У., Дробчак З.Д. Аналіз фізичних парадоксів як засіб розвитку мислення учнів //Рад. шк. - 1981. - №10. - С. 29-34.

40. Гончаренко С., Волков В., Коршак Є., Бугайов О., Юрчук І. Стандарт шкільної фізичної освіти //Фізика та астрономія в школі. - 1997. - №2. - С. 2-8.

41. Гончаренко С.У. Фізика: Проб. навч. посібник для 11-го класу шк. ІІІ-го ступеня гімназій, ліцеїв гуманітарного профілю. - Львів: Світ, - 1997. - 272 с.

42. Гончаренко С.У. Фізика: Проб. підручник для 9-го класу серед. загальноосвітньої шк., гімназій та класів гуманітарного профілю. - К.: Освіта, 1997. - 430 с.

43. Гончаренко С.У. Фізика-11. - К.: Освіта, 1995. - 448 с.

44. Гончаренко С.У., Фролова Т.М. Багаторівневе структурування та методичні особливості його застосування при навчанні фізиці //Педагогіка и психологія. - 1996. - №2. - С.5-8.

45. Гончаренко Семен. Український педагогічний словник. - Київ: Либідь, 1997.-376с.

46. Гордон Л.А. Потребности интереса //Сов. педагогика, 1939. - №8. - С. 17-23.

47. Горев Л.А. Занимательные опыты по физике в 6-7 классах средней школы. – 2-е изд. перераб. – М.:Просвещение, 1985. – 175с.

48. Горячкин Е.Н. Методика преподавания физики в семилетней школе: Рисунки и чертежи на уроках физики. - М.: Учпедгиз, 1955. - Т. 4. - 213 с.

49. Грабарь М.И. Об одном алгоритме получения количественной оценки знаний учащихся. //Педагогика. - 1981. - №5. - С. 64-72.

50. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. - М.: Педагогика, 1977. - 216 с.

51. Гриценко В.Г. Вивчення законів ідеального газу методами комп'ютерного експерименту //Фізика та астрономія в школі. - 2000. - №4. - С. 37-39.

52. Грищенко В.И. Информационная технология: состояние и вопросы развития. -К.: Наукова думка, 1989. - 79 с.

53. Грязнов Ю.П., Лісіна Л.О. Розвиток пізнавальної активності школярів під час навчання як інноваційний процес //Фізика та астрономія в школі. - 1997. - №4. - С. 2-5.

54. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения. - М.: Педагогика, 1986. - 341 с.

55. Дегтярьов Б.І. Організація навчальної роботи на уроках фізики. - К.: Рад.шк., 1982. - 149 с.

56. Дегтярев Б.И., Дегтярева И.Б. Уровневые задания по физике для 9 и 10 классов.: Пособие для учителя. - К.: Рад.шк., 1988. - 171 с.

57. Дейкун Д.І., Шевченко В.Г. Новий підхід до формування навчальних планів //Дидактичні аспекти альтернативної освіти.- К.: Освіта.-1993.-С.13-31.

58. Деметер К. Роль оценки учителя и самоконтроля школьников в формировании учебно-познавательных мотивов. Автореф. канд. дисс... к-та психол. наук. М.: 1981. – 19с.

59. Демидов В.И. Повышение познавательного интереса учеников // Физика в школе. — 1979. — №5. — С.51.

60. Дидактичні аспекти альтернативної освіти / ІСДО України, ІП АПН України.Відп. ред. В.Ф.Паламарчук.- К.: Освіта. - 1993. - 74с.

61. Дерибере М. Цвет в деятельности человека. М.: ИЛС, 1964.- 183с.

62. Добрынин Н.Ф. Интерес и внимание //Уч.зап. Моск. гос. пед. ин-та им. К.Либкнехта. - М., 1951. - Т. 8. - С. 57-61.

63. Додонов Б.И. Эмоция как ценность. - М.: Педагогика, 1978. - 212 с.

64. Дусавицкий А.К. Воспитывая интерес. - М.: Знание,1984.-30с.

65. Дусавицкий А.К., Репкин В.В. О развитии познавательных интересов младших школьников //Вопросы психологии.- 1975.- №3.- С. 47-53.

66. Жалдак М.И. Система подготовки учителя к использованию информационной технологии в учебном процессе // Использование информационной технологии в учебном процессе. – К.: КГПИ, 1990. – С.8-10.

67. Жарков Ю.П.Из опыта проведения лабораторних работ// Физика в школе.- 1990. -№1.- С.58 - 60.

68. Жмурський С. Залучення учнів шкіл-ліцеїв до масової творчої та пошукової роботи //Розвиток творчих здібностей учнів у процесі навчання фізиці. Чернігів: - Чернігівський ОІПК та ППО, 1996. - ч. 1. - С. 62-64.

69. Жмурський С.І. Застосування нових технологій для формування стійкого інтересу учнів до вивчення фізики //Материалы международной научно-практической конференции “Технологический подход в дидактике. Модульное обучение профессии” - Донецк: ДонГИПОИПР Украины. - 1994. - С. 82-83.

70. Жмурський С. Новий підхід до вивчення дисперсії в курсі фізики середньої школи //Фізика та астрономія в школі. - 1997. - №1. - С.27-29.

71. Жмурський С.І. Саморобні прилади у формуванні стійкого інтересу до вивчення фізики // Педагогічні науки.- Вип.9.- Херсон: ХДПУ.- 1999.- С.180-186.

72. Жмурський С., Котельніков Г. Технології інтенсивного навчання фізики в багатопрофільних школах-ліцеях //Фізика та астрономія в школі. - 1998. - №1. - С. 5-10.

73. Жмурський С., Крамаренко Н. Гуманізація навчання фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2001. - №5. – С.14-16.

74. Жмурський С.І., Павленко А.І. Формування пізнавальних інтересів і творчого ставлення до вивчення фізики в багатопрофільному ліцеї // Педагогіка і психологія формування творчої особистості: проблеми і пошуки. Вип.19. Київ-Запоріжжя, 2001.- С.272-276.

75. Жмурський С.І. Сучасні підходи у формування пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету: Серія педагогічна: Дидактики дисциплін природознавчо-математичної та технологічної освітніх галузей. Вип.6. – Кам'янець-Подільський, 2000. - С.80-83.

76. Жук Ю. Викладання фізики і нові інформаційні технології навчання //Фізика та астрономія в школі. - 1996. - №1. - 1997. - №2. - С. 13-16.

77. Жук Ю.О. Роз’язування дослідницьких задач з фізики із застосуванням нових інформаційних технологій: Автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.02 /УДПУ ім. Драгоманова. - К., 1994. -19 с.

78. Заболоцкий Н.А. Избранные сочинения. - М.: Худож. лит., 1991. - 432с.

79. Заир-Бек Е.С. Влияние общения в учебном процессе на формирование познавательных интересов школьников // Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся. - Л.: ЛГПИ им. А.И.Герцена. - 1983. - С.56-62.

80. Заков Е.М. Интенсификация учебного процесса при решении физических задач //Физика в школе. - 1987. - №2. - С. 15.

81. Занков Л.В. Избранные педагогические труды. - М.: Педагогика, 1990. - 418 с.

82. Зверева Н.М. Активизация мышления учащихся на уроках физики: Из опыта работы. Пособие для учителя - М.: Просвещение, 1990. - 113 с.

83. Зорька О.В. Елементи цікавої фізики як засіб формування пізнавального інтересу: Автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.02 /УДПУ ім. Драгоманова. - К., 1994. - 16 с.

84. Игошев И.А. Развитие интереса учащихся к знаниям в системе учебной и внеурочной работы (на материале курса физики в старших классах средней школы): Дис. канд. пед. наук : 13.00.02. - М., 1997. - 219 с.

85. Іваницький О.І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі. Запоріжжя: Прем'єр, 2001. – 266с.

86. Іваницький О.І. Технологія концентрованого навчання основам фізики //Фізика та астрономія в школі. - 1997. - №4. - С. 26-29.

87. Іваницький О., Сергєєв О., Школа О. Технологія концентрованого навчання основам фізики в системі диференційованої загальноосвітньої школи. //Фізика та астрономія в школі. - 1997. -№1. - С. 2-6.

88. Иванов В.Г. Развитие и воспитание познавательных интересов старших школьников. - Л.: Издательство ЛГУ, 1959.-143 с.

89. Изард К.Э. Эмоции человека. - М.: Мир, 1980. – 372с.

90. Изард К. Э Психология эмоций. – СПб.: Питер, 2000. – 460с.

91. Інструктивно-методичний лист про вивчення фізики у 2001-2002 навчальному році // Фізика та астрономія в школі. – 2001. - №4. – С.2-8.

92. Іщук Г.Г. Дещо про педагогічну творчість на уроках фізики //Рад. шк. - 1992. - №3. - С. 73-78.

93. Калмыкова З.И. Педагогика гуманизма. - М.: Знание, 1990. - 80 с.

94. Каружене И. Рисуем физику //Профтехобразование. - 1987. - №8. - С. 37-39.

95. Касвинов С.Г., Кубель М.В. Диалоги о физике. – Харьков: Основа, 1990. – 25с.

96. Кизенко В.І. Факультативні заняття для молодших підлітків //Дидактичні аспекти альтернативної освіти.- К.: Освіта. - 1993. - С.55-60.

97. Кікець М.Г. Вечори цікавої фізики. К.: Рад. шк.,1960. – 116с.

98. Кікоїн І.К., Кікоїн А.К. Фізика. Підручник для 9 кл. середн. школи. - К.: Рад. шк., 1990. - 208 с.

99. Кларин М.В. Педагогическая технология в учебном процессе (Анализ зарубежного опыта). - М.: Знание, 1989. - 80 с.

100. Кларин М.В. Инновации в мировой педагогике: обучение на основе исследования, игры и дискуссии. (Анализ зарубежного опыта) - Москва-Рига, НПЦ “Эксперимент”, 1998. - 180с.

101. Клос Є.С., Шульга М.С. Оптика в демонстраційних дослідах. – К. Рад. школа, 1983. – 159с.

102. Козирський В.Г., Лень А.Є., Шендеровський В.А. Метрична система у часі й просторі //Вісник Національної Академії Наук України. – 2000. - 1.- С.28.

103. Коменский Я.А. Избранные педагогические труды. - М.: Наука, 1955. - 453 с.

104. Кон И.С. Психология ранней юности. М.:Просвещение, 1989. - 255с.

105. Коршак Є., Шут М., Грищенко Г. Проект Концепції освіти з фізики та астрономії 12-річної школи //Фізика та астрономія в школі. – 2001. - №3. – С.24-26.

106. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика. 8 клас. Київ; Ірпінь: ВТФ "Перун", 1999. –192 с.

107. Кошкин М.И. Елементарная физика. Справочник. - М.: Наука, 1991. - 240 с.

108. Красновский Э.А. Активизация учебного познания //Педагогика. - 1989. - №5. - С. 9-15.

109. Кремінський Б.Г. Формування сучасного наукового стилю мислення учнів в процесі навчання фізики: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 /УДПУ ім. М.П.Драгоманова.- К., 1997. - 24с.

110. Крутецкий В.А. Психология математических способностей школьников.- М.: Просвещение, 1968.- 432 с.

111. Кубицкий В.А. Использование игрушки “Ракетная установка” на уроках физики // Физика в школе.- 1970. -№5.- С.71.

112. Ланге В.Н. Физические парадоксы и софизмы: Пособие для учащихся. – 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1978. – 176с.

113. Ланина И.Я. Внеклассная работа по физике. М.: Просвещение, 1977. – 224с.

114. Ланина И.Я. Методика формирования познавательного интереса школьников в процессе обучения физике: Автореф. дис. д-ра пед. наук: 13.00.02/ ЛГПИ им.А.И. Герцена. – Л., 1986. – 38 с.

115. Ланина И.Я. Не уроком единым: Развитие интереса к физике. - М.: Просвещение, 1991. - 208 с.

116. Ланина И.Я. Формирование познавательных интересов учащихся на уроках физики: Книга для учителя. - М.: Просвещение, 1985. - 128 с.

117. Латышов В.Л. Компъютерная технология обучения. - М.: МАИ, 1992. - 72 с.

118. Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения: В 2-х т. Т.1 - М.: Педагогика, 1983. - 392 с.

119. Леонтьев А.А. Педагогическое общение. М.: Просвещение, 1979. – 237с.

120. Лейтес Н.С. Способности и одаренность в детские годы. - М.: 1984. – 192с.

121. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. - М.: Педагогика, 1981. - 185 с.

122. Липкина Л.И. Самооценка школьника. - М.: Педагогика, 1976. - 64 с.

123. Лузик Э.В. Новые педагогические технологии общенаучной подготовки в инженерном вузе. - К.: КМУЦА, 1996. - 27 с.

124. Максимова В.Н. Межпредметные связи и формирование познавательного интереса // Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся. - Л.: ЛГПИ им. А.И.Герцена. - 1976. - С.29-38.

125. Маркова А.К., Матис Т.А., Орлов А.Б. Формирование мотивации учения. – М.: Просвещение, 1990. - 192с.

126. Мартынюк М.Ф. Развитие интереса школьников к изучению физики в VI-VIII классах: Автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.02 /ГПИ им. Горького. - К., - 1975. - 17 с.

127. Мартинюк М.Т. Урахування рівнів розвитку інтересу до предмету при організації самостійної роботи учнів на уроці //Актуальні питання дидактики. - К.: Вища школа. - 1974. - С. 13-16.

128. Мартинюк М.Т. Вивчення пізнавальних інтересів учнів VI-VIII класів до фізики //Методика викладання фізики. - К.: Рад. шк.. - 1973. - Вип. 8 - С. 19-26.

129. Мартинюк М.Т. Урахування рівнів розвитку інтересу до вивчення фізики під час розв'язку задач в VI-VIII класах //Методика викладання фізики. - К.: Рад. шк. - 1974. - Вип. 9 - С. 13-16.

130. Мартинюк М.Т. Розвиток інтересу до вивчення фізики в учнів VI-VIII класів //Методичний лист МО УРСР. - К.: Рад.шк. - 1975. - С. 19-21.

131. Мартинюк М.Т. Вивчення фізики і астрономії в основній школі (теоретичні і методичні засади). – К.: ТОВ «Міжнародна фінансова агенція», 1998. – 274с.

132. Мартынова К.Е. Методика записей и зарисовок на уроках физики.- М.: ГУПИ МП РСФСР, 1961. – 120с.

133. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении.- М.: Педагогика, 1972.- 208 с.

134. Махмутов М.И. Об исследованиях по профессионально-технической педагогике //Педагогика. - 1982. - №2. - С. 47-51.

135. Махмутов М.И. Проблемное обучение. Основные вопросы теории. - М.: Педагогика, 1975.- 367 с.

136. Менн и Твисс. Учебник физики /Пер. с англ. А.П. Афанасьева. - СПб: Образование, 1911. - 582 с.

137. Менчинская Н.А. Проблемы учения и умственного развития школьников: Избр. психол. тр. АПН СССР. - М.: Педагогика, 1988. - 304с.

138. Методы социальной психологии /Под ред. Е.С.Кузьмина, В.Е.Семенова, М.: 1977. – 148с.

139. Мир физики: занимательные рассказы о физиках. - С.-Петербург: Экспресс, 1995. - 176 с.

140. Мирошниченко В.В., Коляда И.Я. Учить или развивать? //Учительская газета. - 1994. - №1-3.

141. Моргун В.Ф. Психологические условия воспитания познавательного интереса учащихся к учебным предметам. Автореф. дисс... канд. психол. наук. М.: 1979. – 19с.

142. Морозова Н.Г. Формирование познавательного интереса у аномальных детей. - М.: Просвещение, 1969. - 50 с.

143. Морозова Н.Г. Учителю о познавательном интересе.- М.: 1979.- 47с.

144. Мотивація навчання учнів / Під ред. М.І. Алексєєва.- К.: Рад. школа, 1974. – 113с.

145. Муляр В. Використання нових інформаційних технологій під час вивчення питань квантової фізики в середній школі //Фізика та астрономія в школі. - 1996. - №3. - С. 15-16.

146. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика-9. - М.: Просвещение, 1991. - 453 с.

147. Немов Р.С. Психология. В 2 кн. Кн.1. Общие основы психологии.- М.:Просвещение: Владос, 1994.- 576 с.

148. Никулина А.С., Дегтярев Б.И. Применение математической статистики в педагогическом процессе - Донецк: РИПК, 1992. - 108 с.

149. Нисенбойм Л.С. Формирование интереса к предмету //Вечерняя средняя школа. - 1984. - №2. - С. 66.

150. Нові технології навчання: Науково-метод. зб. - К.: ІЗМН, 1996. - 173с.

151. Новиков С.М. Составление вопросов учащимися - как метод активизации мышления //Физика в школе. - 1990. - №3. - С. 27-29.

152. Новиков Л.М. Методы повышения познавательной активности учащегося //Педагогика. - 1986. - №7. - С. 87-91.

153. Об активизации мышления учащихся при постановке физических задач. Зверева Н.М.; Володарский В.Е.; Вакс И.З.; Коршак Е.В., Легкий М.П.- Физика в школе.- 1965.- №3.- С.80-85.

154. Онищук В.О. Дидактичні умови усвідомлення навчального матеріалу. - К.: Рад. шк., 1984. - 166 с.

155. Основы педагогического мастерства. Лабораторные занятия. II курс. Методические рекомендации / Отв. за вып. проф. И.А.Зязюн М.: 1988. – 72с.

156. Основы методики преподавания физики в средней школе /В.Г.разумовский, А.И.Бугаев, Ю.И.Дик и др.; Под ред. А.В.Перышкина и др. - М.: Просвещение, 1984. - 398с.

157. Оспенникова Е.В. О содержании развития познавательного интереса учащихся к изучению физики //Совершенствование процесса обучения физике в средней школе: Межвузовский сборник научных трудов. - Челябинск: ЧГПИ, 1984. - С. 21-28.

158. Ою Сю. Десять рассказов о физике. Перевод с японского В.И. Дзюба /Под ред. И.П. Дзюба. - К.: Вища школа, 1983. - 110 с.

159. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв’язуванню і складанню фізичних задач: (Теоретичні основи). /Наук. ред. С.У.Гончаренко. — К.: Міжнародна фінансова агенція. — 1997. – 177 с.

160. Павленко А., Жмурський С. Інноваційна технологія проведення фронтального фізичного експерименту з оптики як засіб формування пізнавального інтересу учнів //Херсонський ДПУ. Педагогічні науки. Зб. Наук. праць. – Вип. 24. – Херсон: Айлант, 2001. - С.211-216.

161. Павленко А., Жмурський С., Лисак В. Нові можливості фронтального фізичного експерименту з використанням оптичних лінз //Фізика та астрономія в школі. - 2002. - №2. - С.13 –15.

162. Паламарчук В.Ф. Проблеми навчання в системі альтернативної освіти //Дидактичні аспекти альтернативної освіти. - К.: Освіта.-1993.-С.4-12.

163. Перельман Я.И. Занимательная физика. В двух книгах. Книга 1. – М.: Наука, 1979. – 216 с.

164. Перельман Я.И. Занимательная физика. В двух книгах. Книга 2. – М.: Наука, 1979. – 272с.

165. Пономарьова В.І. Використання ЕОМ на уроках фізики//Фізика та астрономія в школі. - 2000. - №2. - С. 51 –53.

166. Прелюдия, или как играть с Природой. - М.: Центр “Инновации в науке, технике, образовании”, 1996. - 85с.

167. Пригожин А.И. Нововведения: стимулы и препятствия //Социальные проблемы инноватики. - М.: Политиздат.- 1989. - 271 с.

168. Про державну національну програму “Освіта” (Україна XXI ст.) Постанова кабінету Міністрів №896 від 3.11.93 р. //Зібрання постанов уряду України №4. К.: Україна, - 1994. - 214 с.

169. Програми для середніх загальноосвітніх шкіл. Фізика. Астрономія. 7-11 класи.- К.: Перун, 1996.- 143 с.

170. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 7-11 класи //Фізика. - №22-23. – К.: Шкільний світ, серпень 2001. – 95с.

171. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей уча-щихся в процессе обучения физике. - М.: Просвещение, 1985. - 196 с.

172. Рева Ю.В. Формирование чувства ответственности у подростка. Творческий поиск учителей // Педагогика. - 1988. - №2. - С. 20-23.

173. Резников Л.И. Графический метод в преподавании физики. - М.: Учпедгиз, 1960. - 217 с.

174. Рейконский Я. Экспериментальная психология эмоций: Пер. с польского. - М.: Просвещение, 1979. - 52с.

175. Репей В.І., Репей Л.М., Гудзь В.В. Контрольні роботи з фізики. 11 клас. – Тернопіль: Мандрівець, 2000. - 48с.

176. Ротенберг В.С., Бондаренко С.М. Мозг. Обучение. Здоровье.- М.: Просвещение, 1989. - 239с.

177. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии: В 2 т. Т.1. - М: Педагогика, 1989.- 488 с.

178. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии: В 2 т. Т.2. - М: Педагогика, 1989.- 328 с.

179. Румянцева Д.І. Міжпредметні зв'язки в навчально-виховному процесі //Дидактичні аспекти альтернативної освіти.- К.: Освіта.-1993.-С.44-51.

180. Русаков В.Ф. Семко О.М. Викладання фізики в фізичних класах //Рідна школа. - 1996. - №1. - С. 21-23.

181. Рымкевич А.П., Рымкевич П.А. Сборник задач по физике. - М.: Просвещение, 1991. - 247 с.

182. Савенков А.И. Одаренный ребенок в массовой школе / М.: Сентябрь, 2001. – 298с.

183. Самойленко П.И. Повышение эфективности обучения физике. - М.: Высшая школа, 1993. -148 с.

184. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Развитие дидактики физики как инновационный процесс //Специалист. - 1997. - №4. - С. 28-31; №5. - С.29-32; №6. - С. 34-37.

185. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Дидактические игры в процессе обучения физике.- М.: НМЦ сред. проф. обр.-1996.- 146с.

186. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Тематическая проверка знаний: кроссворды по физике. М.: Школа-Пресс, 1999. – 144с.

187. Свиридова И.А. Зависимость познавальных интересов учащихся от методов обучения // Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся. - Л.: ЛГПИ им. А.И.Герцена. -1981. - С. 89-95.

188. Сергеев А.В., Самойленко П.И. Основные тенденции совершенствования технологии обучения физике // Специалист. - 1993. - №6. - С. 31-33.

189. Склярова І. Властивості пізнавального інтересу // Педагогічні науки. Збірник наукових праць. Випуск 15. Ч.1. Херсон: Айлант, 2000. - С.77-82.

190. Сикач М.Ф. Развивать интерес к физике //Физика в школе. - 1968. - №5. - С. 39.

191. Симонов П.В. Потребностно-информационная теория эмоций // Вопросы психологии.- 1982. -№6. – С. 17 – 19.

192. Сисоєв В.М. Профільно-рівневі змістовно-технологічні модулі з основ електроніки.- Запоріжжя: Багатопрофільний ліцей № 99. – 1997.- 95с.

193. Слепкань З.И. Психолого-педагогические основы обучения математике. - К.: Рад. шк., 1983. - 191 с.

194. Слуцкая Т.Я. Детские игрушки на занятиях по физике// Физика в школе. - 1962.- №6.- 78-79.

195. Сніцар А. На перешкоді - формалізм: Проблеми сучасного уроку //Рад. освіта. - 1987. - 21 серпня.

196. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учеб. пособие для пед. вузов и институтов повышения квалификации учителей. - М.: Народное образование, 1998. - 256 с.

197. Справочник учителя физики. Приложение к сборнику «Проблемы формирования теоретических обобщений и вариативных технологий обучения физике. Выпуск 1. – М.: МПУ, 1999.-59с.

198. Сухомлинский В.А. Интерес к учению - важный стимул учебной деятельности учащихся //Сов.педагогика. - 1952. - №4. - С. 7-11.

199. Сухомлинский В.А. О воспитании. - 3-е изд. - М.: Педагогика, 1979. - 257 с.

200. Тарасов Л.В. Физика в природе. Книга для учащихся. - М.: Просвещение, 1988. - 352 с.

201. Тарасов Е.И. Влияние жизненного опыта учащихся на усвоение физических понятий //О некоторых методах обучения /Под ред. Драгуновой Е.Н. - М.: Педагогика, 1989. - С. 54-59.

202. Темкина О.А. Об одном из средств активизации учения старшеклассников //Педагогика. - 1980. - №3. - С. 49-53.

203. Теплов Б.М. Способности и одаренность // Хрестоматия по психологии/ Под ред. А.В.Петровского. - М.: Просвещение, 1987.- С.281-286.

204. Технологія навчання.: Науково-метод. зб. /Редкол.: Сухарєв Е.О.(голова), та ін. - Рівне: Видавництво УДАВГ, 1997. - 179 с.

205. Тичина І.І., Коршак Є.В., Коршак Н.М. Комплексний підхід до розв'язування задач // Проблеми використання задач у процесі викладання природничо-математичних дисциплін. - Чернігів, 1993.- С.123-124.

206. Тульчинский М.Е. Качественные задачи по физике в средней школе. Изд. 4-е, перераб. И доп. М.: Просвещение, 1972. – 240с.

207. Уваровская О.В. Инновационные процессы //Специалист. - 1997. - №6. - С. 18-19.

208. Удивительный мир физики. - М.: Знание, - 1980. - 48 с.

209. Удосконалення форм і методів вивчення фізики.: Зб. статей /Під ред. Е.В. Коршака. Упорядник В.Г. Нижник. - К.: Рад. школа, 1982. - 149 с.

210. Усачев И. Сохранить интерес //Народное образование. - 1993. - №3. - С. 20-23.

211. Усова А.В. Развитие у учащихся в процессе обучения физике интереса к исследовательскому труду // Физика в школе.—1963. — №4.— 45-49.

212. Фарадей М. История свечи. - М.: Наука, 1981. – 128с.

213. Федоренко И.Т. Графический метод в курсе физики средней школы. - Х.: ХГПИ им. Г.С. Сковороды, 1979. - 97 с.

214. Физики за рубежом. Преподавание //Сб. научно-популярных статей: Перевод с англ /Под ред А.С. Боровика. - М.: Мир, 1984.- 208с.

215. Физика и юмор //Профессионал. - 1994. - № 12. - С. 26-31.

216. Физика раскрывает тайны природы: Беседы о классической и современной физике. Для учащихся 6-8-х классов. - М.: Книга, 1982. - 32 с.

217. Формирование интереса к учению у школьников / Под ред. А.К.Марковой. - НИИ ОПП АПН СССР.- М.: Педагогика, 1986.-192с.

218. Фридман Л.М. Педагогический опыт глазами психолога. - М.: Просвещение, 1987. - 224 с.

219. Фридман Л.М., Кулагина И.Ю. Психологический справочник учителя. – М.: Совершенство, 1998. – 432с.

220. Фурман А.В. Методологічний аналіз систем розвивально-го навчання //Педагогіка і психологія.- 1995.- №1.- С.7-21.

221. Харченко Е.Г. Составление физических задач на материале местного производства //Физика в школе, 1973. - №4. - С.94-97.

222. Хилькевич С.С. Физика вокруг нас.- М.: Наука, 1985. -159с.

223. Цветков И.М. Интерес и динамика его развития у учащихся //Уч.зап. Ярославского гос. пед. ин-та. - 1947. - 382 с.

224. Чернилевский Д.В. Филатов О.К. Инновационные подходы к организации обучения //Специалист. - 1997. - №2. - С. 19-21; №4. - С. 26-28; №5. - С. 26-29.

225. Чернилевский Д.В., Филатов О.К. Технология обучения в высшей школе. - М.: Экспедитор, 1996. - 288с.

226. Челюскин И.А. Роль и значение графики на уроках физики. // Методика преподавания физики в средней школе / Под ред. П.А.Знаменского. – М: Учпедгиз. – 1947.

227. Чижевський Б.Г. Становлення змісту освіти в ліцеях //Дидактичні аспекти альтернативної освіти.- К.: Освіта.-1993.-С.31-37.

228. Шабад М.Б. Элементы алгоритмизации при решении задач //Вечерняя средняя школа. - 1986. - №6. - С. 58-60.

229. Шазли А.М. К трактовке понятия “познавательный интерес” в советской и зарубежной литературе // XXVII Герценовские чтения: Методика преподавания физики в средней школе. Научн. докл. - Л.: ЛГПИ им. А.И.Герцена, 1974. - С.29-34.

230. Шамон Т.И., Малинин А.Н. Инновационные процессы в школе как содержательно-организованная основа ее развития. - М.: Прогресс, 1993.- 142с.

231. Шапошникова И.Г. Формирование познавательного интереса учащихся через организацию домашней работы // Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся. - Л.: ЛГПИ им. А.И.Герцена. - 1979.- С. 39-51.

232. Шарко В.Д. Екологічне виховання учнів під час вивчення фізики. - К.: Рад. школа, 1990. - 298 с.

233. Шаталов В.Ф. Эксперимент продолжается.- М.: Педагогика, 1989. - 118с.

234. Шахмаев Н.М., Шахмаев С.Н., Шодиев Д.Ш. Физика-9.- М.: Просвещение, 1990.- 239 с.

235. Шахмаев М.М. Физика-10.- М.: Просвещение, 1991. - 216 с.

236. Шахмаев М.М. Физика-11. - М.: Просвещение, 1992. - 228с.

237. Шилов В.Ф. Материально-техническое обеспечение учебного физического зксперимента в средней общеобразовательной школе //Физика в школе. - 1997. - №4. - С. 60-63.

238. Шкіль К.Т. Реалізація сучасних вимог на уроках фізики //Рад. школа. - 1986. - №3. - С. 30-32.

239. Шут М.І. Шляхи удосконалення базової фахової підготовки майбутніх вчителів фізики //Проблеми удосконалення фундаментальної та професійної підготовки вчителів фізики.- К.: УДПУ ім. М.П.Драгоманова.- 1996.- С.19-22.

240. Щукина Г.И. О проблемах современного урока //Педагогика. - 1987. - №9. - С. 48-51.

241. Щукина Г.И. Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся.— М.: Педагогика, 1988. — 208 с.

242. Щукина Г.И. Проблема познавательного интереса в педагогике. — М.: Просвещение, 1971. —216 с.

243. Щукина Г.И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе. - М.: Просвещение, 1979. – 219с.

244. Щукина Г.И. Педагогические проблемы формирования познавательного интереса учащихся. - К.: Педагогіка, 1988. - 237 с.

245. Щукина Г.И. Формирование познавательных интересов учащихся на уроке // Сов. педагогика. - 1957. - №8. - С. 31-38.

246. Юсуфбекова Н.Р. Общие основы педагогической инноватики. - М.: Просвещение, 1991. - 411 с.

247. Янушкевич Ф. Технология обучения в системе образования. - М.: Высшая школа, 1986. - 247 с.

248. Madsen K.B. Modern Theories of motivation. Copenhagen, 1974. – 342p.

249. Scinner Charles E. Educational Psychology.- Fourth edition, London, 1961.

250. Tomkins S.S. Interest-excitement //Affect, imagery, consiousness; Vol. 1. The positive affects. – New York, Springer, 1962. - P. 336-368.

251. Weiner B. (ed.). Achiverment Motivation and Attribution theory. Morristown; N.Y., 1974.

ДОДАТКИ Додаток А

Інструкції до інноваційних лабораторних робіт з оптики, що проводилися із застосуванням МГВХЛГО у школах-ліцеях

Тема роботи №1:"Визначення показника заломлення світла у склі"

Мета роботи: Установити значення показника заломлення світла у склі для різних напрямів променя.

Обладнання: Скляна пластина з плоскопаралельними гранями, лінійка з міліметровими поділками, гостро заструганий олівець.

Теоретичні відомості.

Показник заломлення у речовині можна обчислити за формулою Снелліуса:

$$n = \sin\alpha / \sin\gamma, \quad (1)$$

де $\alpha = \angle AOC$ (як показано на рис. А.1) - кут падіння, кут $\angle AOB$ дорівнює куту заломлення (як вертикальний), визначається між перпендикуляром AO і продовженням OB у перше середовище променя, заломленого у склі.

Значення тригонометричних функцій кутів падіння і заломлення можна виразити через відношення відповідних сторін прямокутних трикутників:

$$\sin\alpha = AC/AO, \quad (2)$$

$$\sin\gamma = AB/AO, \quad (3)$$

де АС ⊥ОС, АВ ⊥ ОВ за побудовою.

Підставивши вирази (2) і (3) в (1) дістанемо:

$$n = \frac{AC/AO}{AB/AO}, \quad \text{або } n = AC/AB. \quad (4)$$

Таким чином, показник заломлення n можна визначити не через відношення синусів кутів падіння і заломлення променя, а через відношення відповідних відрізків AC *і* AB, виміряних в однакових довільних одиницях довжини, наприклад міліметрах.

Хід роботи.

1. Провести вздовж однієї з горизонтальних ліній аркуша зошита в клітинку (для зручності виконання геометричних побудов) межу поділу двох

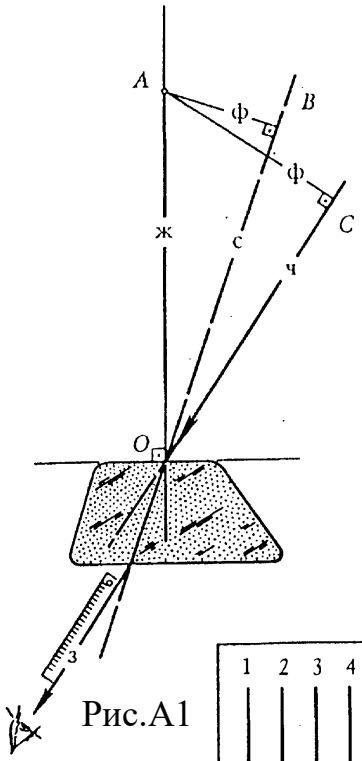


Рис.А1

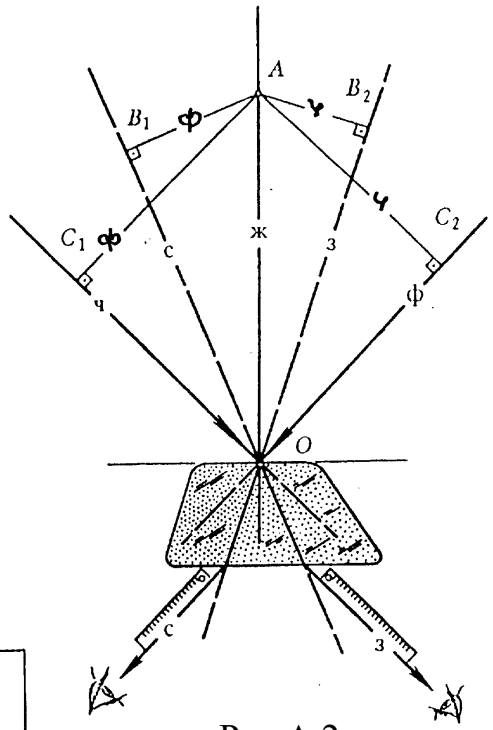
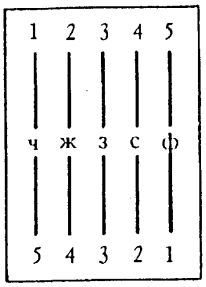


Рис.А.2.



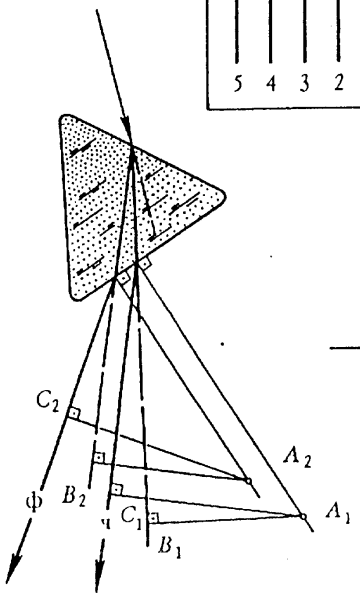


Рис.А.3

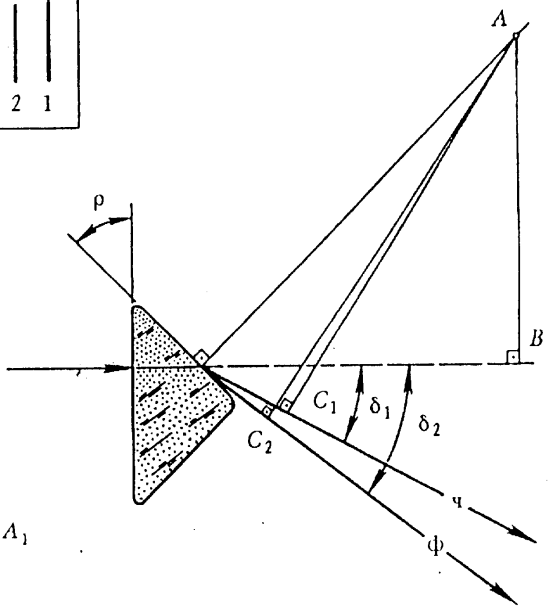


Рис.А.4

Рис. А.1 – А.2 Схеми першого і другого варіантів лабораторної роботи з визначення показника заломлення скла

Рис. А.3 – А.4 Схеми виконання експерименту з визначення показника заломлення скла з допомогою тригранної призми (перший та другий варіанти)

середовищ: повітря - скло. Довільно вибрати на цій межі точку *O* і провести у вигляді ліній напрями променя і перпендикуляра, поставленого в точку падіння до межі поділу.

2. Покласти скляну пластину на папір так, щоб коротша з паралельних граней розмістилася уздовж межі поділу, і гостро заструганим олівцем якомога точніше обвести пластину з протилежного боку.

3. Прикласти лінійку до аркуша так, щоб одна з її граней була продовженням зображення променя падіння, спостережуваного через скло, і провести вздовж неї лінію до межі зі склом.

4. Зняти скляну пластину, сполучити точки падіння променя і його виходу зі скла з протилежного боку пластини. Одержаний таким чином напрям ходу променя у склі продовжити в перше середовище.

5. З довільно вибраної точки на перпендикулярі *AO* опустити перепендикуляри на зображення напрямів ходу падаючого і продовження заломленого.

6. Виміряти ці перпендикуляри в однакових одиницях довжини і знайти їх відношення (4).

7. Повторити пп. 1-6, щоразу змінюючи кут падіння променя. Проаналізувати результати роботи, зробити висновок.

Додаткове завдання. Роботу можна виконати для тригранної призми (див. рис.А3) та у спрощеному варіанті, коли промінь чи його модель - відрізок прямої, падає на призму перпендикулярно до однієї із її заломлюючих граней (див.рис.А.4). На цій же схемі можна перевірити справедливість формули:

$$n = \sin\frac{\rho+\sigma}{2} / \sin\frac{\rho}{2}$$

для визначення показника заломлення тригранною призмою (рис. А.4).

Тема роботи №2:“Спостереження явища повного внутрішнього відбиття за допомогою напівциліндричної лінзи”.

Мета роботи: З’ясувати особливості ходу світлових променів на межі поділу двох середовищ під різними кутами падіння.

Обладнання: напівциліндрична лінза, чистий папір, лінійка, різнокольорові олівці.

Порядок виконання роботи:

1. Провести на папері довільну пряму **L**, що імітує межу поділу двох середовищ і в довільно вибраній точці **O** цієї лінії побудувати до неї перпендикуляр **n** (рис. А.5 а).

2. Побудувати різнокольоровими олівцями декілька радіусів-променів падіння в точку О під різними за величиною кутами (рис. А.5 б). Для зручності дослідження промені краще розміщувати в одному квадранті і спрямувати їх під різними за величиною кутами.

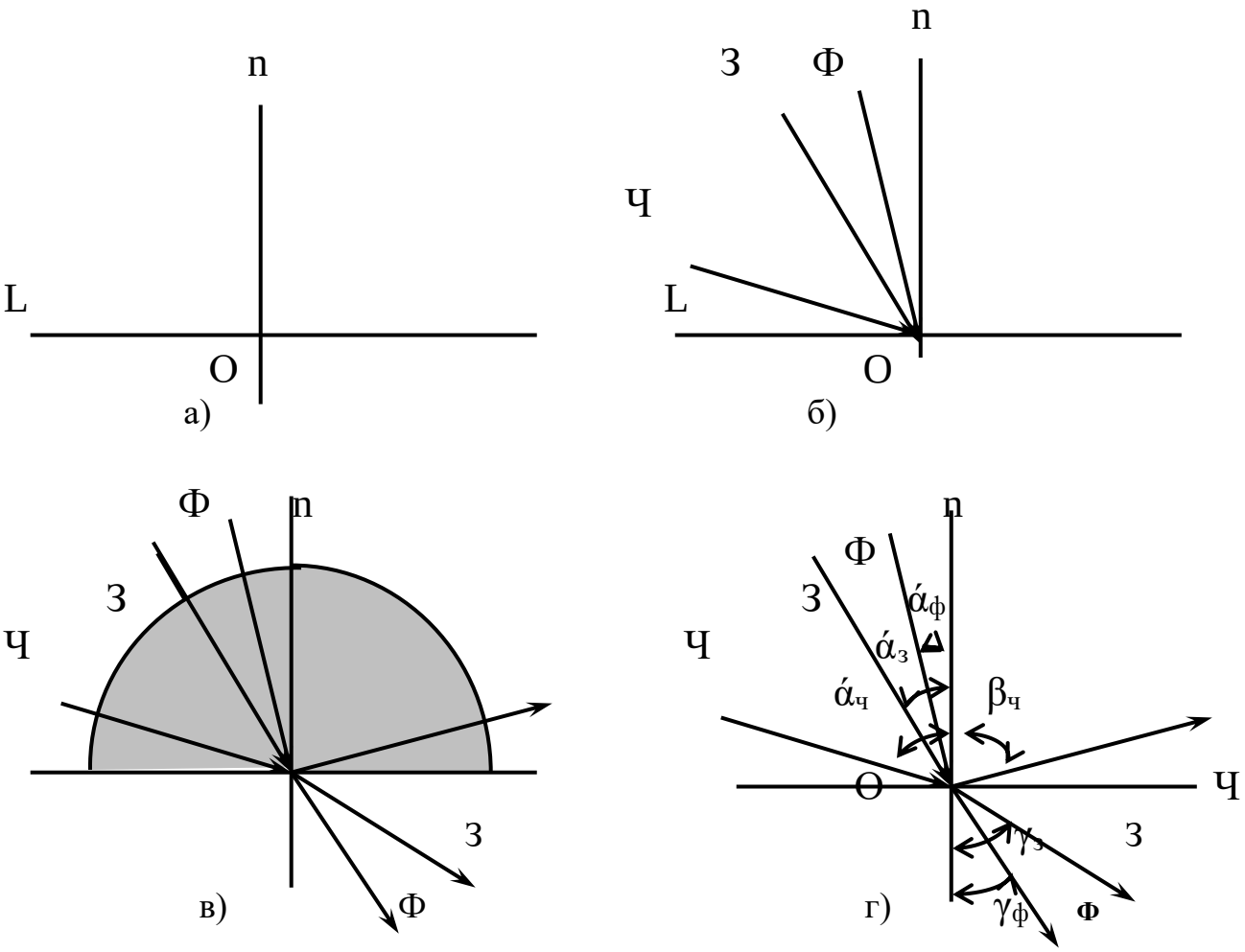


Рис.А.5 Схема виконання лабораторної роботи “Спостереження явища повного внутрішнього відбиття за допомогою напівциліндричної лінзи"

3. Накласти на виконаний рисунок А.5б напівциліндричну лінзу так, щоб співпали діаметр з лінією межі L, а вісь циліндра з основою перпендикуляра n – з точкою О і, обертаючи аркуш паперу з лінзою навколо осі циліндра, спостерігати в зручному положенні зображення побудованих променів падіння. Падаючі промені можуть бути як накритими лінзою, так і знаходитися поза нею (рис.А.5в)

4. Прикласти лінійку до паперу так, щоб її кромка була розташована вздовж зображення у лінзі падаючого променя та побудувати заломлений промінь для кожного променя падіння бажано лінією того ж кольору, аби не сплутати відповідні падаючий та відбиваючий для кожного випадку величини кута.

5. Зняти з паперу лінзу та виконати добудову заломлених променів (рис. А.5г). Порівняти кути падіння променів та результати ходу заломлених променів. Зробити відповідні висновки.

Тема роботи №3. "Визначення граничного кута повного відбиття у напівциліндричній лінзі".

Мета роботи: Експериментально знайти наближене значення граничного кута повного внутрішнього відбиття з допомогою напівциліндричної лінзи.

Обладнання: напівциліндрична лінза, чистий папір, кольорові олівці, лінійка.

Порядок виконання роботи:

1. Провести на папері довільну пряму **L**, що імітує межу поділу двох середовищ і в довільно вибраній точці **O** цієї лінії побудувати до неї перпендикуляр **n** (рис.А.6а).

2. Провести в точку О під довільним кутом падаючий промінь (рис. А.6б).

3. Накласти на папір напівциліндричну лінзу так, щоб її діаметр співпадав з межею поділу, а вісь циліндра – з точки О. Падаючий промінь може бути як накритий лінзою, так і поза нею (рис. А.6в). Обертаючи папір з лінзою так, щоб зручно було спостерігати зображення падаючого променя у лінзі.

4. Прикласти лінійку до паперу так, щоб її кромка була розташована вздовж зображення у лінзі падаючого променя та провести лінію ходу заломленого променя (рис. А.6г).

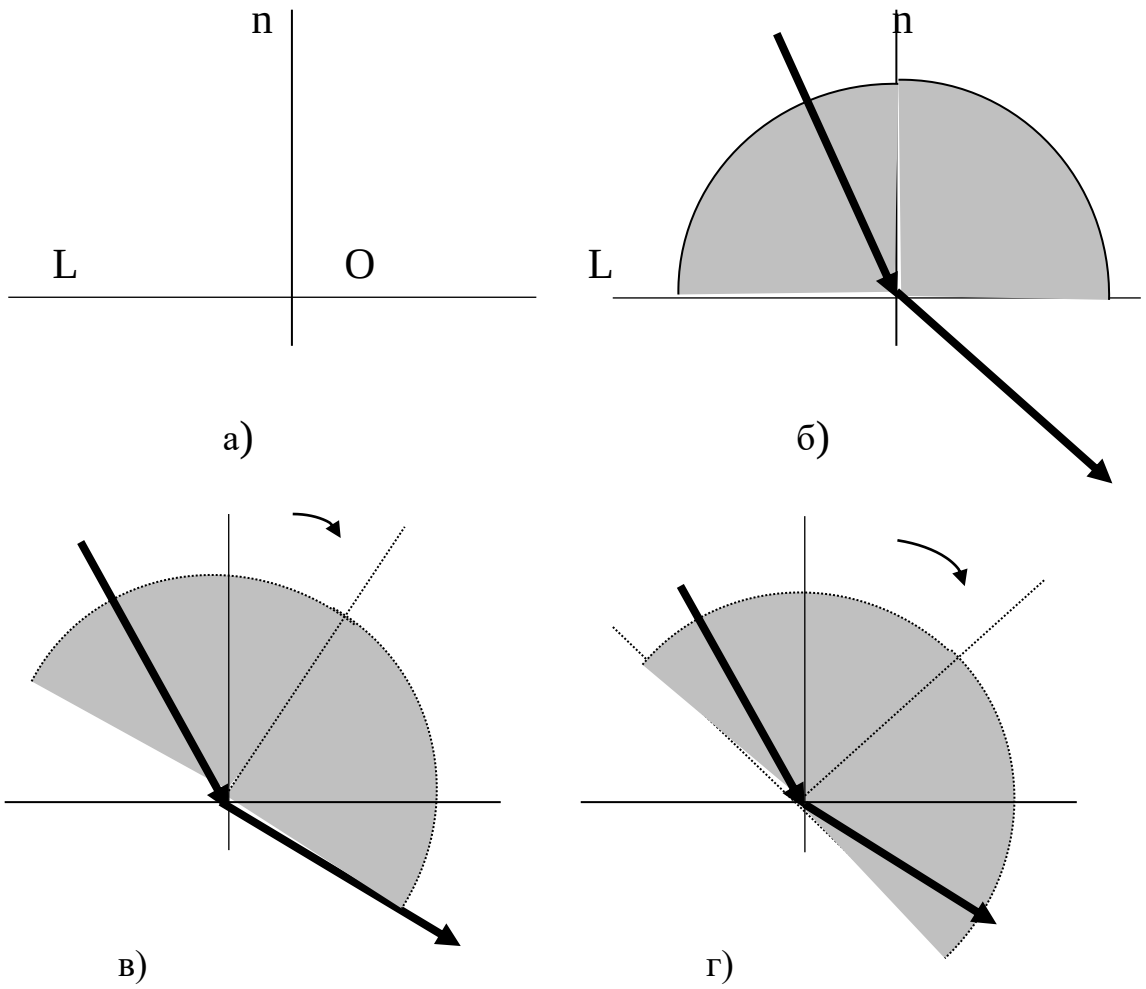


Рис. А.6. Схема виконання лабораторної роботи "Визначення граничного кута повного внутрішнього відбиття у напівциліндричній лінзі"

5. Обертати напівциліндричну лінзу навколо осі, що проходить через точку О, збільшуючи кут падіння α променя на лінзу до того моменту, коли зникне його зображення у лінзі як заломленого променя. Це і буде кут близький до граничного кута повного внутрішнього відбиття. У випадку, що зображений на рис.А.6г ним буде кут заломлення β. Отримані наближені значення будуть з недостачею.

6. Продовжити обертання лінзи в попередньому напрямку, доки не з'явиться відбите зображення падаючого променя. Ці значення α та β будуть наближено з надлишком рівні граничному куту повного відбиття.

7. Знайти середнє значення методом поділу кута зміщення, яке і відповідатиме наближеному значенню граничного кута повного внутрішнього відбиття, отриманого граничним методом.

На основі аналізу отриманих результатів зробити висновок.

Контрольні запитання: 1) Чому зникає зображення променя при наближенні кута падіння до граничного значення? 2) Чи однакове значення граничного кута для падаючих променів різних кольорів? Відповіді перевірити дослідом.

Тема роботи №4. "Побудова зображення точкового тіла у плоскопаралельній пластинці".

Мета роботи: Використовуючи гомоцентричний пучок променів, експериментально отримати зображення точки у плоскопаралельній пластинці. Дослідити значення результату від кольору вибраних променів.

Обладнання: плоско паралельна скляна пластинка, лінійка, набір олівців.

Виконання роботи:

1. Провести на папері довільну пряму **L**, що імітує межу поділу двох середовищ, та в довільно вибраній точці **O** цієї прямої побудувати до неї перпендикуляр **n.**

2. Побудувати із довільної точки S на перпендикулярі n декілька пар гомоцентричних променів (променів, що мають спільний початок) окремими кольорами. Пара променів – це достатня умова для побудови зображення точки.

3. Накласти плоскопаралельну пластинку коротшою із паралельних граней на лінію L та обвести її (рис. А.7а).

4. Спостерігати через протилежну грань пластинки зображення побудованого пучка гомоцентричних променів. Прикладати лінійку до паперу щоразу так, щоб її ребро було спрямоване вздовж зображення кожного променя та провести лінії (рис. А.7б).

5. Зняти з паперу скляну пластинку та провести продовження зображення гомоцентричного пучка променів у напрямку їх точки виходу. Точка їх перетину S_i дасть уявне зображення вихідної точки S_o. (рис. А.7в).

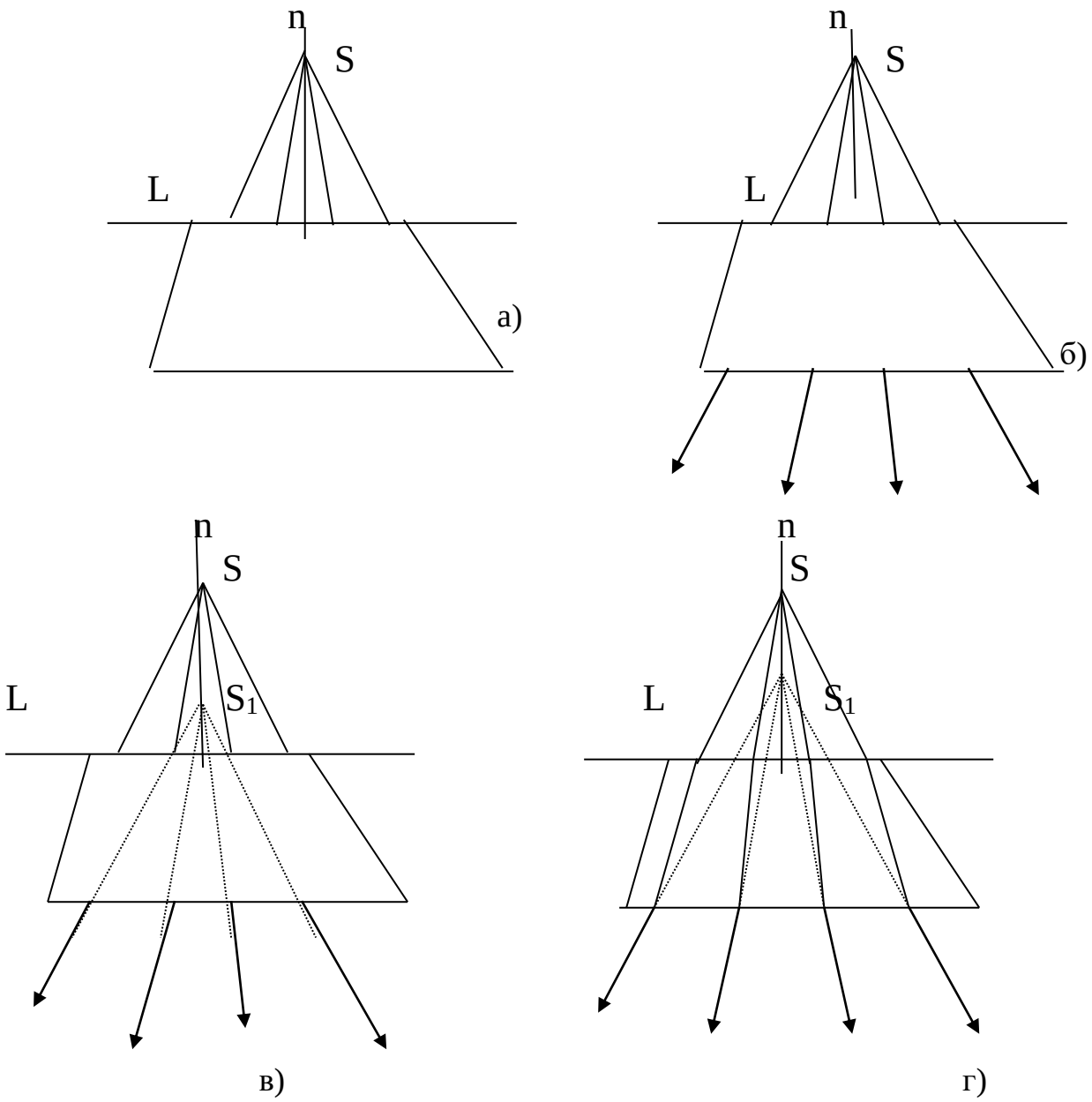


Рис. А.7. Схема виконання лабораторної роботи "Побудова зображення точкового тіла у плоскопаралельній пластинці"

6. Сполучивши точки входу та виходу променів, можна отримати повну картину заломлення променя (рис. А.7г). Легко переконатися, що кожна пара променів одного кольору із гомоцентричного пучка дасть свою точку S_i зображення S_o. Зробити висновок.

Ймовірний висновок може містити наступні твердження:

1. Пучок гомоцентричних променів дозволяє побудувати уявне зображення точки у плоско паралельній пластинці.

2. Зображення точки зміщене в напрямку до спостерігача.

3. Промені різного кольору (світла різної частоти) дають різні зображення S_i вихідної точки S_o.

4. Положення зображення точки виходу гомоцентричного пучка променів залежить і від кута його розбіжності.

Контрольне запитання: Чи залежить положення точки S_i від кута розбіжності гомоцентричного пучка? Перевірити дослідно.

Тема роботи №5 "Дослідження порушень гомоцентричності пучка променів при проходженні плоскопаралельної пластинки".

Мета роботи. Спостерігати на досліді аберацію гомоцентричного пучка променів, та дослідити її від кута збіжності чи розбіжності і частоти випромінювання.

Обладнання: плоскопаралельна пластинка, набір кольорових олівців, лінійка.

Хід роботи:

1. Провести на чистому папері у вигляді лінії межу поділу двох, оптично різнорідних середовищ, та провести до неї широкий пучок гомоцентричних променів, симетричних відносно перпендикуляра до цієї межі (достатньо зобразити 3-4 промені).

2. Розмістити плоско паралельну прозору пластинку короткою паралельною стороною вздовж проведеної межі та обвести олівцем протилежну грань.

3. Не змінюючи положення пластинки, розмістити лінійку так, щоб її ребро співпало за напрямком із зображенням через пластинку одного із променів пучка, та провести лінію. Повторити це завдання для решти променів пучка.

4. Зняти пластинку і продовжити хід побудованих поменів у зворотному напрямку.

5. Спостерігати точки перетину променів, симетричних відносно перпендикуляру до межі та зробити висновок.

Додаткове завдання: Повторити дослід для пучка променів іншого кольору і порівняти результати.

Варіант висновків: Гомоцентричність пучка променів порушується: чим більший кут падіння променів, тим більше розбіжності між точками перетину продовжень подвійно заломлених променів, тобто в більшій мірі порушується гомоцентричність.

У випадку кольорових променів порушення гомоцентричності зберігається.

Контрольні запитання:

1. Які пучки називають гомоцентричними?

2. Чим пояснити порушення гомоцентричності після заломлення у плоскопаралельній пластинці?

Тема роботи № 6 **"Визначення фокусної відстані та оптичної сили збиральної лінзи".**

Мета роботи: Експериментально визначити фокусну відстань збиральної лінзи. Встановити залежність величини фокусної відстані від кольору променів та оцінити вплив кривизни поверхні на результаті досліду.

Обладнання: елемент лінзи від набору із геометричної оптики, лінійка, набір кольорових олівців.

Вказівки до виконання роботи.

Робота по визначенню фокусної відстані та оптичної сили збиральної лінзи полягає у вимірюванні відстані від оптичного центру. В елементі лінзи із набору з геометричної оптики він співпадає із геометричним центром. В інших випадках оптичний центр може бути визначений експериментально, за означенням, як точка, що не змінює напрямку поширення променя лінзи.

Хід роботи.

1. На чистому аркуші паперу провести пряму, що означає головну оптичну вісь та позначити на ній оптичний центр лінзи.

2. Розмістити елемент лінзи симетрично до оптичної осі так, щоб вона була перпендикулярна до сферичних поверхонь лінзи і обвести її олівцем (рис. А.8а).

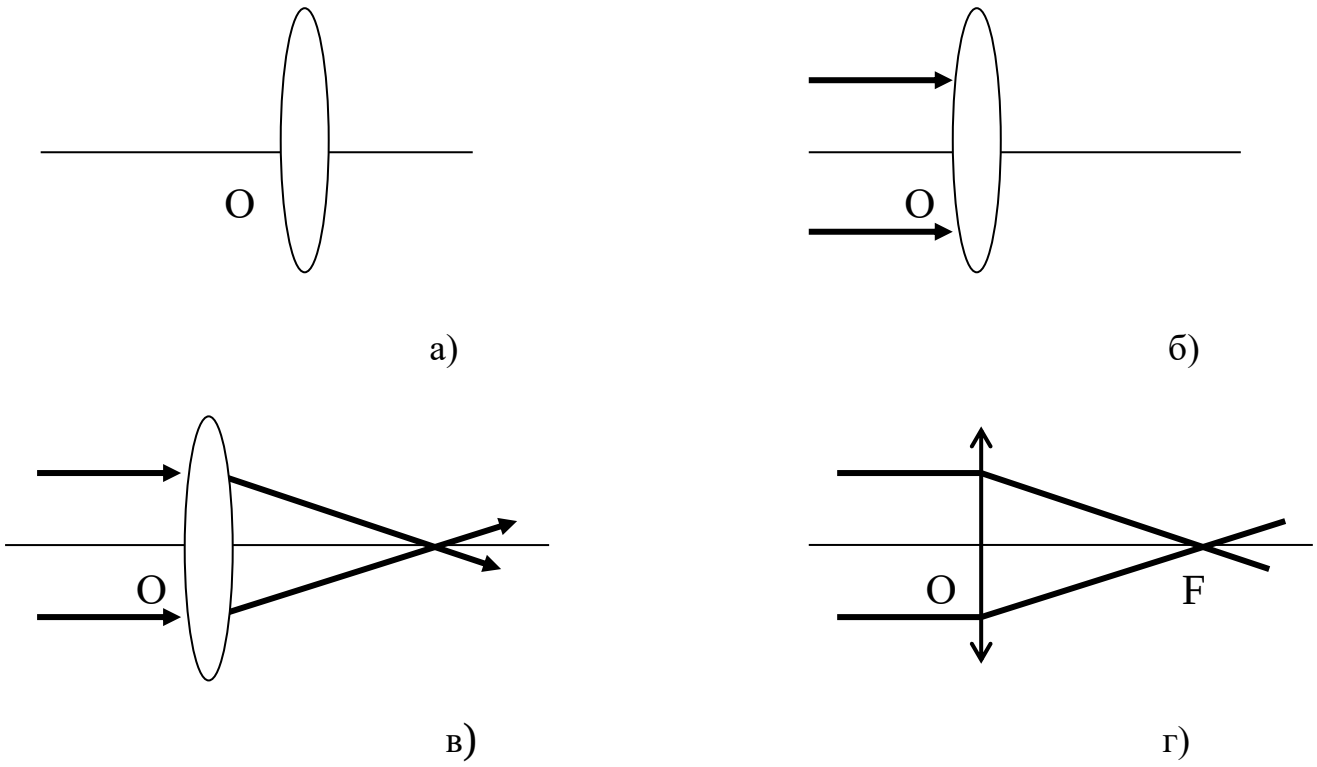


Рис. А.8. Схема виконання лабораторної роботи "Визначення фокусної відстані та оптичної сили збиральної лінзи".

3. Спрямувати на одну із сферичних поверхонь лінзи пучок прямих, паралельних до головної оптичної осі, (зручно вибрати два відрізка, коротших за передбачувану фокусну відстань, які симетрично розташовані відносно головної оптичної осі) (рис. А.8б).

4. Розташувати лінійку по інший бік лінзи так, щоб вона співпадала із зображенням у лінзі кожної лінії із пучка та побудувати їх зображення (рис. А.8в).

5. Виміряти відстань від оптичного центру до точки перетину фокальної площини із головної оптичною віссю, що і відповідає фокусній відстані лінзи (рис. А.8г).

6. Повторити роботу, виконавши п.3. різними кольорами та зробити висновок. Перевірити вплив на результат роботи спосіб розміщення падаючих променів відносно заломлюючої поверхні лінзи.

Контрольно-розвиваючі запитання:

1. Яку лінзу застосовують у конструкції лупи?

2. Яке зображення дає лупа?

3. При яких вадах зору в окулярах застосовують збиральні лінзи?

4. Чому для чіткого зображення всього поля зору (край і центр) лупу доводиться переміщувати, змінюючи відстань до предмету?

Тема роботи № 7. „Спостереження сферичної та хроматичної аберацій в лінзах".

Мета роботи. Дослідити залежність заломлюваної здатності лінз на різних відстанях від головної оптичної осі та від частоти падаючого випромінювання методом графічної візуалізації ахроматичних ліній у геометричній оптиці (МГВАЛГО).

Обладнання: фрагменти розсіювальної та збиральної лінз, лінійка, набір кольорових олівців.

Хід роботи.

1. Провести пряму лінію L, що імітуватиме головну оптичну вісь лінзи та вибрати на ній довільну точку О, що відповідатиме положенню оптичного центра лінзи (рис. А.9а)

2. Прикласти фрагмент розсіювальної лінзи до прямої L так, щоб її головна оптична вісь та оптичний центр співпали з їх моделями (рис. А.7б) і обвести лінзу по контуру тонко заструганим олівцем.

3 Зняти. лінзу з аркуша (для зручності виконання наступних побудов), та провести два коротких відрізка паралельно L, бажано по один бік від ГОО так,

щоб вони лише доходили до заломлюючої поверхні лінзи (Рис. А.7в). Довжина цих відрізків не повинна перевищувати фокусну відстань цієї лінзи. В противному випадку зображення у лінзі кінця відрізка буде нечітким, розмитим.

4. Повторно накласти лінзу на своє зображення та спостерігати з протилежного боку лінзи зображення відрізків L_1 та L_2.

5. Під лінійку провести лінії вздовж зображень відрізків L_1 та L_2 до перетину з ГОВ.

6. Перевірити положення фокусів F_1 та F_2 (рис. А.7г), та зробити висновки.

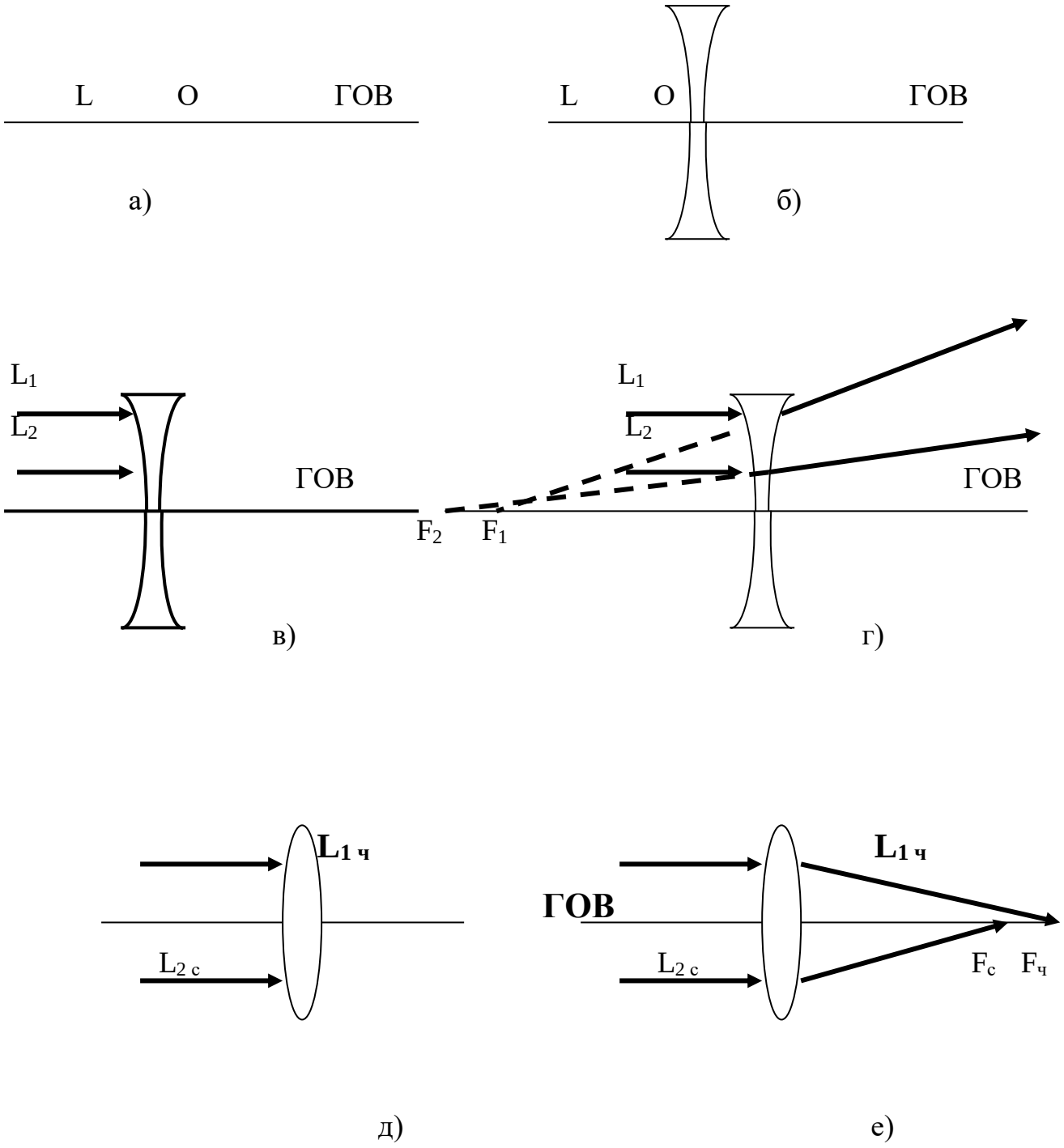


Рис. А.9. Схема виконання роботи по дослідженню хроматичної та сферичної аберацій у лінзах .

Додаткове завдання:

Виконати роботу за попереднім зразком для перевірки наявності хроматичної аберації у лінзах, але для цього відрізки L_1 та L_2 виконати різними кольорами

(наприклад червоним та синім) і розмістити симетрично відносно ГОВ, аби виключити прояв уже дослідженого явища сферичної аберації.

Це явище на прикладі з фрагментом збиральної лінзи показано на рис. А.7д, е. Роботу (за наявністю часу) виконати на обох фрагментах.

Тема роботи № 8 „Визначення показника заломлення у склі напівциліндричної лінзи”

Мета роботи. Визначити показник заломлення матеріалу напівциліндричної лінзи.

Обладнання: напівциліндрична лінза, лінійка, косинець, набір кольорових олівців.

Виконання роботи.

1. Провести межу поділу двох, оптично прозорих середовищ, та перпендикуляр до неї в точку 0.

2. Опустити в точку 0 під довільними кутами два падаючих променя у вигляді ліній різного кольору.

3. Розмістити напівциліндр діаметром по межі, так, щоб його центр співпав з перетином перпендикуляра та променів.

4. Прикласти лінійку так, щоб її кромка співпадала із зображенням падаючих променів і провести заломлений промінь аж до його продовження у попереднє середовище.

5. З довільної точки А перпендикуляра до межі середовищ опустити перпендикуляри на падаючі промені та їх продовження.

6. Обчислити відношення довжин перпендикулярів до падаючого променя та його продовження як показник заломлення та зробити висновок на основі отриманих результатів.

Контрольне питання: Чому на виході зі скла промінь повторно не заломлюється?

Тема роботи № 9. „Спостереження сферичної та хроматичної аберацій на напівцилідричній лінзі”

Мета роботи.Спостерігати аберації у напівциліндричної лінзи.

Обладнання: напівциліндрична лінза, лінійка, косинець, набір кольорових олівців.

Хід роботи.

1. На чистому аркуші обвести напівциліндр та провести його головну оптичну вісь.

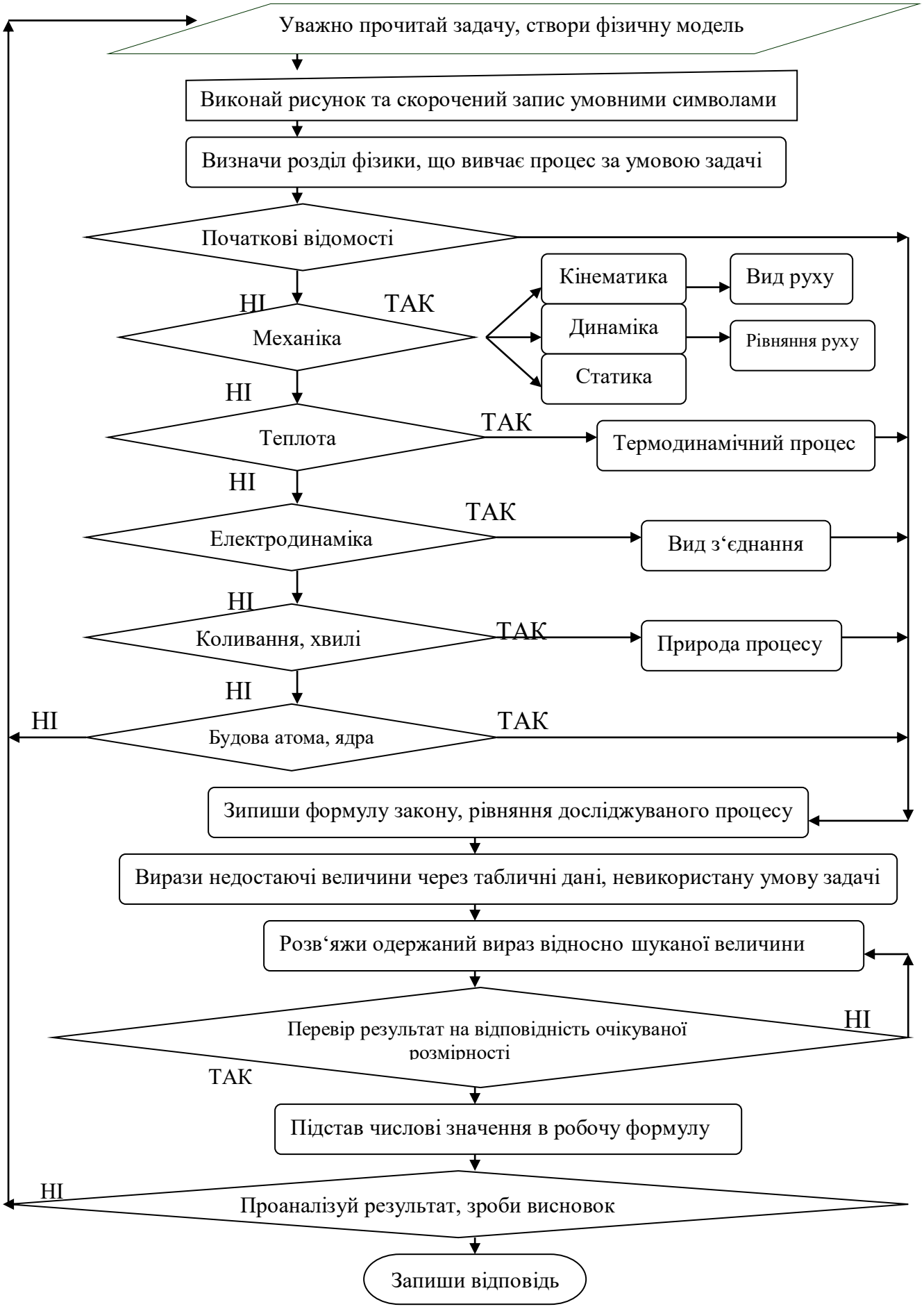
2. Спрямувати на плоску грань, перпендикулярно до її поверхні кілька променів різного кольору, причому так, щоб промені різного кольору були рівновіддалені від головної оптичної осі.

3. Побудувати заломлений промінь для кожного випадку та зробити висновок стосовно характеру їх заломлення.

Контрольне запитання: Яке явище заважає спостерігати заломлені промені, що падають на лінзу віддалено від головної оптичної осі?

Додаток Б

АЛГОРИТМ РОЗВ‘ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ



Додаток В

ПОЧАТКОВІ ВІДОМОСТІ З КУРСУ ФІЗИКИ
ДО АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

НАЗВА ВЕЛИЧИНИ	ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ	ЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ
СЕРЕДНЯ ШВИДКІСТЬ	(м/с)	$V = S/t$
ГУСТИНА	(кг/м^3)	$\rho = m/V$
ВИШТОВХУВАЛЬНА СИЛА	(Н)=(кг·м/с^2)	$F = g\cdot \rho_c \cdot V_T$
ТИСК	(Па)=(Н/м^2)	$p = F/S$
ГІДРОСТАТИЧНИЙ ТИСК	(Па)	$p = g\cdot \rho \cdot h$
МОМЕНТ СИЛИ	(Н·м)	$M=F\cdot L$
РОБОТА	(Дж)=(Н·м)	$A = F\cdot S\cdot \cos(F;\hat{}S)$
ПОТУЖНІСТЬ	(Вт)=(Дж/с)	$N = A/t$
ПОТЕНЦІАЛЬНА ЕНЕГІЯ	(Дж)	$П = g\cdot m\cdot h$ $П = k\cdot X^2/2$
КІНЕТИЧНА ЕНЕРГІЯ	(Дж)	$K = m\cdot \upsilon^2/2$

ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ	ГІДРАВЛІЧНА МАШИНА	СПОЛУЧЕНІ ПОСУДИНИ	РІВНОВАГА ВАЖЕЛЯ
$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta\upsilon_2}{\Delta\upsilon_1}$	$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$	$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$	$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$

Додаток Д

СИСТЕМАТИЗОВАНІ ВІДОМОСТІ З

К І Н Е М А Т И К И

ДО АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

ВИД РУХУ / *ВЕЛИЧИНА*	**ПРЯМОЛІНІЙНИЙ**		**КОЛОВИЙ**
	РІВНОМІРНИЙ	**РІВНОПРИСКОРЕНИЙ**	**РІВНОМІРНИЙ**
ПЕРЕМІЩЕННЯ, ШЛЯХ [S]; (м)	$S = \upsilon * t$	$S=\upsilon_0 t+at^2/2$ $S=(\upsilon^2-\upsilon_0^2)/2a$	$S = \omega R t$ $S = 2\pi R n$
ЧАС [t] ПЕРІОД [T] (с)	$t = S/\upsilon$	$t = \sqrt{2S/a}$ $\upsilon_0=0$	$T = 2\pi/\omega$ $T = 1/\nu=t/n$
ШВИДКІСТЬ [υ] (м/с)	$\upsilon = S/t$	$\upsilon = \upsilon_0 + at$ $\upsilon = \sqrt{\upsilon_0^2+ 2aS}$	$\upsilon = \omega R$ $\upsilon = 2\pi\nu R$
КУТОВА ШВИДКІСТЬ [ω] (рад/с)			$\omega = \varphi/t$ $\omega = 2\pi\nu$
ПРИСКОРЕННЯ [a] ($м/с^2$)		$a = (\upsilon-\upsilon_0)/t$ $a = (\upsilon^2-\upsilon_0^2)/2S$	$a_д = \upsilon^2/R$
ПРИСКОРЕННЯ ВІЛЬНОГО ПАДІННЯ [g]; ($м/с^2$)		$g = (\upsilon-\upsilon_0)/t$ $g = (\upsilon^2-\upsilon_0^2)/2h$	
ВИСОТА [h]		$h = \upsilon_0 t+gt^2/2$	

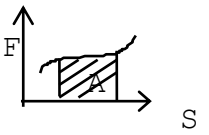
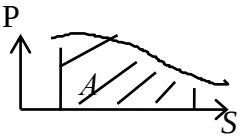
(м)		$h=(\upsilon^2-\upsilon_0^2)/2g$	

Додаток Е

СИСТЕМАТИЗОВАНІ ФОРМУЛИ З РОЗДІЛУ

Д И Н А М І К А

ДО АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

НАЗВА СИЛИ	ВЕЛИЧИНА СИЛИ	РОБОТА СИЛИ
РІВНОДІЙНА КІЛЬКОХ ДІЮЧИХ СИЛ	$\sum \vec{F}_i = \vec{ma}$	1) $A = F*S*\cos\alpha (\Delta F=0)$ 2) 
ВСЕСВІТНЬОГО ТЯЖІННЯ	$F = Gm_1m_2/R^2$	$A = \Delta K - \Delta П$
ТЯЖІННЯ	$F = gm$	$A = gm\Delta h$
ТИСКУ ВАГИ	$F = p*S$ $P = m(g \pm a)$	
ПРУЖНОСТІ	$F = -kx$	$A = kx^2/2$
ТЕРТЯ	$F = \mu N$	$A = F_1S;\quad A = -\Delta K$ $A=m(\upsilon_1^2-\upsilon_2^2)/2$
ОПОРУ СЕРЕДОВИЩА	$F = \alpha\upsilon$ $F = \beta\upsilon^2$	

ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ

ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ ІМПУЛЬСУ	ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ	РІВНЯННЯ БЕРНУЛЛІ
$\Delta\sum p_i=0$	$\Delta \sum W_i=0$	$p+g\rho h+\rho\upsilon^2/2=const$

СТАТИКА. УМОВА РІВНОВАГИ ТІЛА

$$\sum F_i = 0 ; \qquad \sum M_i = 0 \qquad M_i = F_i{*}l_i$$

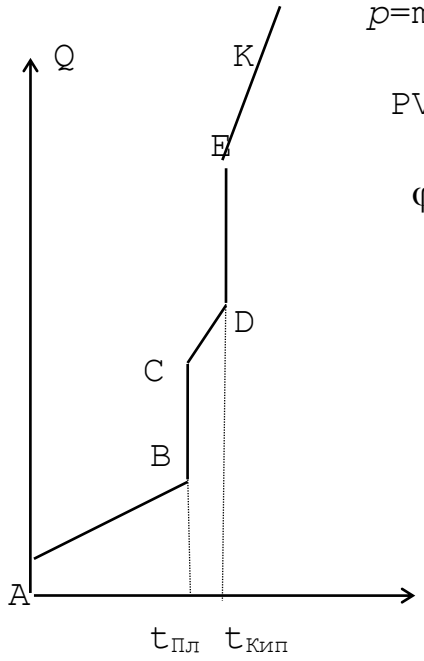
Додаток 3

СИСТЕМАТИЗОВАНІ ВІДОМОСТІ З РОЗДІЛУ

Т Е П Л О В І Я В И Щ А

ДО АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

НАЗВА ПРОЦЕСУ	**КІЛЬКІСТЬ ТЕПЛОТИ**	**ДІЛЯНКА ГРАФІКА**
НАГРІВАННЯ (ОХОЛОДЖЕННЯ)	$Q = cm(t_2 - t_1)$ $Q = cm(t_1 - t_2)$	АВ; СД; ЕК (АВ; СД; ЕК)
ПЛАВЛЕННЯ (КРИСТАЛІЗАЦІЯ)	$Q = Lm$	ВС (СВ)
ВИПАРОВУВАННЯ ПРИ КИПІННІ (КОНДЕНСАЦІЯ)	$Q = rm$	ДЕ (ЕД)
ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА	$Q = qm$	



$p=m_0 n\upsilon^2/3$ $\quad E=3kT/2$ $\quad T=t+273$

$PV/T=const$ $\quad PV=mRT/M$ $\quad \upsilon=\sqrt{3RT/M}$

$\varphi = (\rho/\rho_0)100\% \approx (p/\rho_0)100\%$

$F = \sigma l$ $\quad h=2\sigma/q\rho R$

$\sigma = F/S;\ \ \sigma = E\varepsilon;\ \ \varepsilon = (l-l_0)/l_0$

$l=l_0(1+\alpha\Delta t)$

Т Е Р М О Д И Н А М І К А

ПЕРШИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ	КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ ТЕПЛОВОЇ МАШИНИ
$\Delta U = Q + A$	$\eta=(A_к/Q_1)100\%=(Q_1-Q_2)100\%/Q_1\approx$ $\approx(T_1-T_2)100\%/T_1$

Додаток К

СИСТЕМАТИЗОВАНІ ВІДОМОСТІ З

Е Л Е К Т Р О Д И Н А М І К И

ДО АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

ЗАКОН КУЛОНА	ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАРЯДУ	НАПРУЖЕНІСТЬ	ПОТЕНЦІАЛ	ЕЛЕКТРО-ЄМНІСТЬ
$F=k\frac{\lvert q_1\rvert\lvert q_2\rvert}{R^2}$	$\Delta\sum_{i=1}^{n} q_i=0$	$E=F/q_0$ $E=kq/R^2$	$\varphi=A/q_0$ $\varphi=kq/R$	$C=q/\Delta\varphi$ $C=\varepsilon_0\varepsilon S/d$

СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ ПАРАМЕТРАМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА

НАЗВА ВЕЛИЧИНИ	ЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ	СПІВВІДНОШЕННЯ ВЕЛИЧИН ПРИ РІЗНИХ ВИДАХ З'ЄДНАННЯ СПОЖИВАЧІВ	
		ПАРАЛЕЛЬНЕ	ПОСЛІДОВНЕ
ЕЛЕКТРИЧНИЙ ЗАРЯД; [q] ;(Кл.)	$q=It$	$q=q_1+q_2+\ldots$	$q=q_1=q_2=\ldots$
СИЛА СТРУМУ [I]; (А)	$I=q/t=U/R=P/U$	$I=I_1+I_2+\ldots$	$I=I_1=I_2=\ldots$
НАПРУГА [U]; (В)	$U=A/q=IR$	$U=U_1=U_2=\ldots$	$U=U_1+U_2+\ldots$
ОПІР [R]; (Ом)	$R=\rho l/S=U/I$	$1/R=1/R_1+1/R_2+\ldots$	$R=R_1+R_2+\ldots$
РОБОТА [A]; (Дж) ЕНЕРГІЯ [W]; (Дж)	$A=UIt$ $W=CU^2/2=LI^2/2$	$A=U^2t/R$	$A=I^2Rt$
ПОТУЖНІСТЬ [P]; (Вт)	$P=A/t=UI$	$P=U^2/R$	$P=I^2R$

ДІЇ СТРУМУ

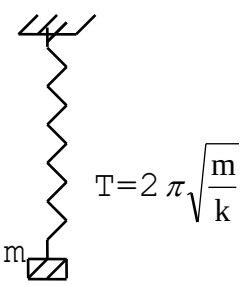
МАГНІТНА ІНДУКЦІЯ	МАГНІТНИЙ ПОТІК	ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ІНДУКЦІЯ	СИЛА АМПЕРА, ЛОРЕНЦА	ЗАКОНИ ЕЛЕКТРОЛІЗУ
$B=M_{max}/IS$	$\phi=BS\cos\varphi$	$\varepsilon=-\Delta\Phi/\Delta t$ $\varepsilon=-L\Delta I/\Delta t$ $\varepsilon=lB\upsilon\sin\alpha$	$F_A=BIl\sin\alpha$ $F_Л=qB\upsilon\sin\alpha$	$m=kIt$ $k=\frac{1}{F}\frac{A}{n}$ $F=N_Aq_є$

ДИДАКТИЧНА ТАБЛИЦЯ Додаток Л

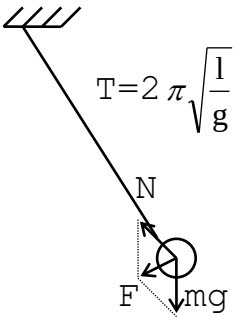
ДО АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

„К О Л И В А Н Н Я Т А Х В И Л І"

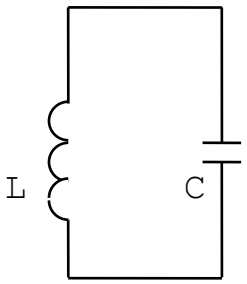
Коливання



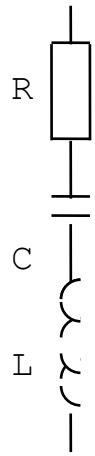
$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$



$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$



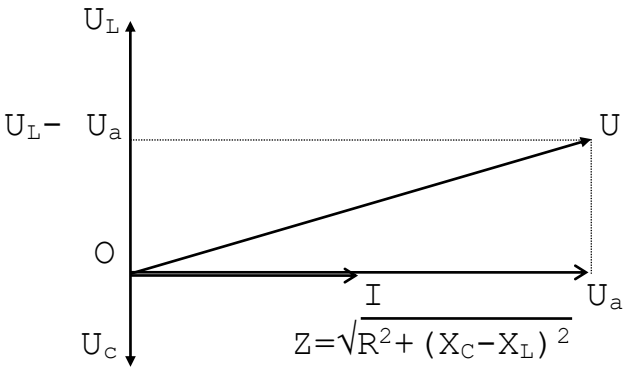
$T=2\pi\sqrt{LC}$



$R=\rho\frac{l}{S}$

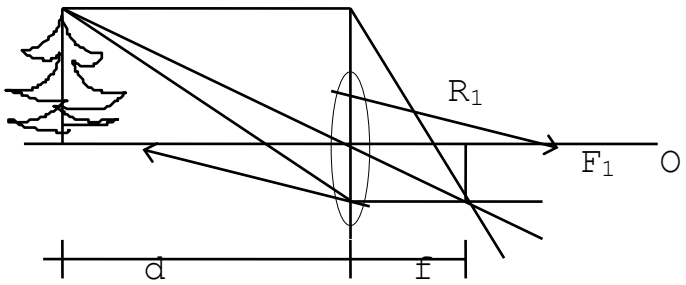
$X_C=\frac{1}{2\pi\nu C}$

$X_L=2\pi\nu L$



Геометрична оптика

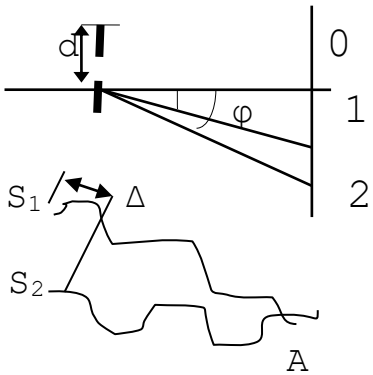
$$D=\frac{1}{F}=\frac{1}{f}=\frac{1}{d}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$



F_2

$\Gamma_Л=\frac{0{,}25}{F}$; $\Gamma_М=\frac{0{,}25}{F_{об}}\frac{\Delta}{F_{ок}}$; $\Gamma_Т=\frac{F_{об}}{F_{ок}}$

Хвильова оптика



$\sin\varphi=\frac{k\lambda}{d}$

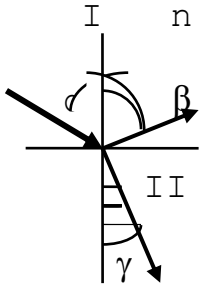
$\Delta=\frac{\lambda}{2}(2k+1)$ – min

$\Delta=\frac{\lambda}{2}(2k)$ – max

Поширення хвиль на межі двох середовищ

$\alpha=\beta$

$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}=\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}=\frac{n_2}{n_1}=n_{12}$



Квантова оптика

$P=\frac{Nh\nu}{Stc}(1+R)$; $m=\frac{h\nu}{c^2}$; $p=\frac{h\nu}{c}$; $\lambda=\frac{c}{\nu}$

$h\nu=A+K$; $K=\frac{m\upsilon^2}{2}=q_eU_з$; $A=h\nu_{min}$

Закони фотометрії

$E=\frac{I}{R^2}\cos\alpha$; $E=\Phi/S$

$\Phi=I\Omega=\frac{Nh\nu}{t}$

Додаток М

СИСТЕМАТИЗОВАНІ ДАНІ

ДО АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З РОЗДІЛІВ

Ф І З И К А А Т О М А Т А А Т О М Н О Г О Я Д Р А

$R = \frac{4\pi\varepsilon_o h}{zme^4}$;

$h\nu = E_k - E_m$

$A = Z + N$

$E = \Delta mc^2$;

$\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_я$;

$N = N_o 2^{\frac{t}{T}}$

$e = 1.6 \cdot 10^{-19}$

$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-22}$ ф/м

1 у. а .о. м. $= 1.6603 \cdot 10^{-27}$ кг

1 а. о. м. $= 1.65976 \cdot 10^{-27}$ кг

1а.о.м.$\Leftrightarrow$930 МеВ

$c = 3 \cdot 10^8$ м/с

$h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ Дж•с

$m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$кг

$^A_Z X \xrightarrow{(\alpha)} {}^4_2 He + Y^{A-4}_{Z-2}$; $^A_Z X \xrightarrow{(\beta)} {}^0_{-1} e + Y^A_{Z+1}$; $^A_Z X \xrightarrow{(\gamma)} h\nu + {}^A_Z X$;

ОСНОВИ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ

$$\upsilon = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{1 + \frac{\upsilon_1 \upsilon_2}{c^2}};$$

$$t = \frac{t_o}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}};$$

$$l = l_o \sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}};$$

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{\upsilon^2}{c^2}}}$$

Додаток Н

РЕЙТИНГ

навчальних предметів природничо-математичного циклу в 9-х класах гуманітарного профілю

№ п/п	Ліцей № 99					Січовий колегіум				
	Алгебра	Біологія	Геомет-рія	Фізика	Хімія	Алгебра	Біологія	Геомет-рія	Фізика	Хімія
1	4	1	5	2	3	2	4	3	1	5
2	1	2	4	5	2	4	2	5	1	3
3	1	3	5	4	2	3	1	4	2	5
4	2	5	3	1	4	4	5	3	2	1
5	1	3	2	5	4	4	1	5	2	3
6	5	1	3	2	4	4	1	5	2	3
7	1	2	3	4	5	5	3	4	1	2
8	1	5	2	4	3	5	3	4	1	2
9	3	4	5	1	2	5	1	3	4	2
10	4	3	2	1	5	2	5	3	1	4
11	4	2	1	3	5	1	4	2	5	3
12	4	2	1	5	3	4	2	5	1	3
13	4	2	3	1	5	1	4	2	3	5
14	1	2	3	4	5	4	5	3	2	1
15	1	5	2	3	4	4	1	5	2	3
16	1	3	2	5	4	1	5	3	2	4
17	1	4	2	3	5	1	4	3	2	5
18	3	2	4	1	5	4	1	5	2	3
19	5	3	2	4	1	4	1	5	2	3
20	4	2	5	3	1	5	3	4	2	1
Всього балів	48	57	59	65	68	65	62	68	39	65
Рейтинг	2,4	2,85	2,95	3,25	3,4	3,25	3,1	3,4	1,95	3,25
Місце	1	2	3	4	5	3	2	5	1	3

Додаток П

Умови якісних задач з оптики із збірника М.Е.Тульчинського [206], до яких розроблена дослідна експериментальна перевірка

Приклад 6. № 1452. Промінь падає на дзеркало перпендикулярно. На який кут відхилиться відбитий промінь від падаючого, якщо дзеркало повернути на кут α?"

Приклад 7. №1502. Нарисуйте промінь світла, що йде від деякої точки у воді до ока спостерігача. Спостерігач знаходиться у повітрі.

Приклад 8. №1503. Чому, знаходячись у човні, важко попасти списом (острогою) у рибу, що плаває неподалік?

Приклад 9. №1504. Будь-яка водойма, дно якої добре видно, завжди здається мілкіше, чим насправді. Чому?

Приклад 10. №1513. Як би змінилося видиме положення зірок на небі, якби раптом зникла земна атмосфера?

Приклад 11. №1542. З допомогою товстої лінзи на екрані отримано зображення світної точки у вигляді світної плями – результат сферичної аберації. Щоб зменшити аберацію, застосована кругла діафрагма. а) Куди треба перемістити екран, щоб отримати чітке зображення точки? б) Куди треба перемістити екран, якщо буде закрита центральна частина лінзи?

Приклад 12. №1543. Є збиральна і розсіювальна лінзи. Яким чином, не вимірюючи фокусних відстаней, можна порівняти оптичні сили лінз?

Приклад 13. №1611. Промінь світла, заломлюючись, переходить із скла у повітря. Як розташуються заломлені промені різних кольорів відносно перпендикуляру до межі середовищ у точці заломлення променя?

Приклад 14. №1613. Лінза дає зображення прямокутника ABCD (рис. нами не дублюється С.Ж.). Одна половина прямокутника пофарбована у червоний колір, друга – в синій. Чому не вдається найти таке положення екрана Е, щоб на ньому було одночасно різке зображення обох половин прямокутника?

Приклад 15. №1489. Побудуйте подальший хід променя SA (На рис., який ми тут не дублюємо, зображений промінь, що проходить під кутом до оптичної осі увігнутого дзеркала. – С.Ж.). Центр кривизни дзеркала знаходиться у точці С.

Приклад 16. №1498. Після відбиття від опуклого дзеркала промені йдуть пучком, паралельним осі дзеркала. Як спрямовані падаючі промені?

Додаток Р

СТАРТОВИЙ ФАЙЛ ПРОГРАМИ

“ГАЗОВІ ЗАКОНИ”

ГАЗОВІ ЗАКОНИ

На початку розробки цієї програми стояла лише наукова мета. Потім під час розробки і модернізації відкрились нові можливості у застосуванні цієї програми:

- полегшити роботу вчителеві;
- показати наочний матеріал учневі;
- удосконалити форми викладу та полегшити засвоєння навчального матеріалу (викладу шкільного курсу фізики);
- зацікавити учня до вивчення матеріалу теми.

Але ці завдання можуть виконуватися за певних умов:

- добре обладнаний комп'ютерний клас;
- підготовлені учитель та асистент, які могли б донести до учня матеріал у повному обсязі;
- курс розроблених навчальних програм (бо однієї програмою можна розглянути лише одну певну тему);
- цілком планомірний комплекс заходів МОН України (щодо подальшого розвитку цієї роботи, комп'ютеризації та впровадження у школи курсу таких програм).

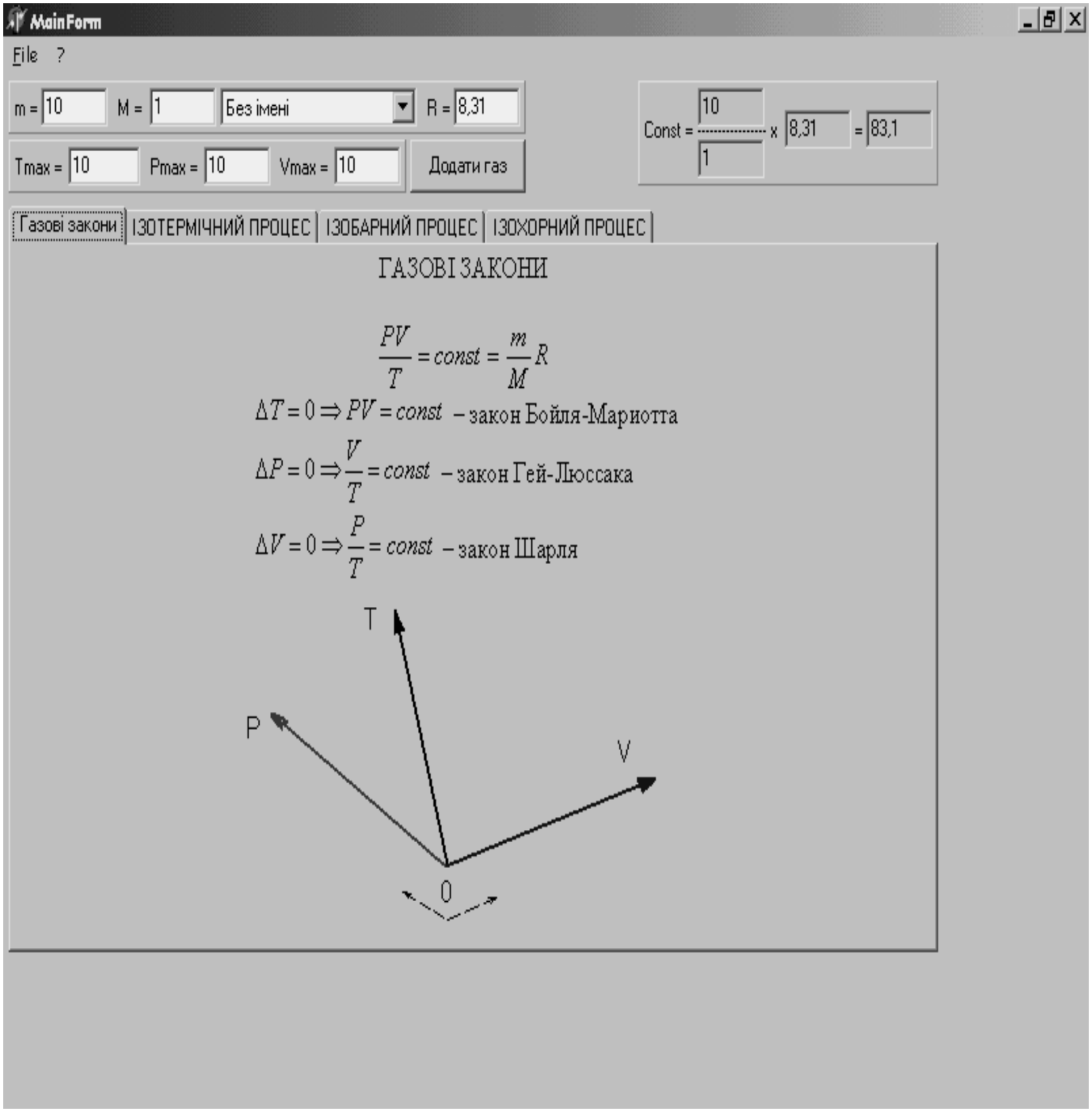
Таким є наш перший крок на шляху до нового комп'ютерного викладу матеріалу, але слід зазначити і те, що початкова версія такої програми вже існувала. Наше завдання полягало лише у тому, щоб модернізувати та переобладнати її. І результат цієї роботи ми виносимо на ваш розсуд.

Запуск програми "Газові закони"

Додаток С

РОБОЧИЙ СТІЛ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ

"ГАЗОВІ ЗАКОНИ"



Додаток Т

ВИДИ РОБОЧОГО СТОЛУ ПРИ ВИВЧЕННІ ІЗОПРОЦЕСІВ З ДОПОМОГОЮ-КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ "**ГАЗОВІ ЗАКОНИ**"

